Dewi Ganawati
Sudarmana
Wiwik Radyuni

BUKU SEKOLAH ELEKTRONIK
bse

# Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam

## Terpadu & Kontekstual IX

Untuk Sekolah Menengah Pertama
dan Madrasah Tsanawiyah



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Dewi Ganawati
Sudarmana
Wiwik Radyuni

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam
Terpadu & Kontekstual IX

SMP & MTS

· Dewi Ganawati
· Sudarmana
. Wiwik Radyuni

Pembelajaran

# ILMU PENGETAHUAN ALAM

Terpadu dan Kontekstual

# IX

**Untuk SMP dan MTs**

**Pusat Perbukuan**
Departemen Pendidikan Nasional

**Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional**
**Dilindungi Undang-undang**

Pembelajaran

# ILMU PENGETAHUAN ALAM

## Terpadu dan Kontekstual

### Untuk SMP / MTs Kelas IX

*Penulis:*
**Dewi Ganawati**
**Sudarmana**
**Wiwik Radyuni**

*Editor:*
**Linda Perwirawati**
**Ririn Safitri**

*Penata Letak Isi:*
**Fitri Wahab**

*Desainer Sampul:*
**Dyan Purnamawati**

*Ilustrator:*
**Susanto**

*Ukuran Buku*
**17,6 × 25 cm**

500.7
GAN
p

GANAWATI, Dewi
Pembelajaran ilmu pengetahuan alam: terpadu dan kontekstual IX : untuk SMP/MTs / Dewi Ganawati, Sudarmana, Wiwik Radyuni; editor Linda Perwirawati, Ririn Safitri — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
x, 364 hlm.; ilus : 25 cm
Biliografi : hlm. 355
Indeks
ISBN 979-462-907-3
1. Sains-Studi dan Pengajaran. I. Judul
II. Sudarmana III. Radyuni, Wiwik IV. Perwirawati, Linda V. Safitri, Ririn

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemn Pendidikan Nasional dari Penerbit PT. Karya Mandiri Nusantara

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

Diperbanyak oleh ...

# Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juli 2008

**Kepala Pusat Perbukuan**

# Kata Pengantar

Sebagai siswa kalian adalah pusat bagi kemajuan pendidikan. Tanpa semangat dan kemauan kalian, maka pendidikan nasional akan terhambat ke arah tujuannya. Oleh karena itu, bekali diri kalian dengan ilmu yang akan menggali segala potensi sedalam-dalamnya.

Buku berjudul Pembelajaran **"IPA Terpadu dan Kontekstual"** ini disusun berdasarkan Kurikulum yang berlaku dan dirancang agar kalian setelah mengalami proses pembelajaran akan mendapatkan pengalaman dan kompetensi yang bermakna bagi kehidupan sekarang dan yang akan datang.

Pengalaman dan kompetensi yang bermakna bagi masa depan kalian tidak dapat dimiliki begitu saja tanpa melalui pergumulan yang intensif, menantang, dan menyenangkan dalam sebuah proses pembelajaran yang profesional di sekolah. Oleh karena itu, mintalah motivasi dan arahan kepala sekolah, guru, dan juga orang tua kalian secara bersamaan agar tercipta suasana dan kondisi belajar yang nyaman bagi kalian.

Buku ini terdiri atas 16 bab yang disertai pembahasan-pembahasan yang disajikan secara lengkap, menarik, dan berdasarkan tinjauan ilmiah dari bidang-bidang Ilmu Pengetahuan Alam Biologi, Kimia, dan Fisika, sehingga diharapkan buku ini sangat bermanfaat bagi kalian.

Mudah-mudahan dengan membaca buku ini, kalian dapat memahami bahan ajar serta mampu mencapai "kompetensi" yang telah ditetapkan.

Jakarta, Juli 2008

**Tim Penyusun**

# Pendahuluan

Buku Pembelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) Terpadu dan Kontekstual untuk SMP dan MTs. ini disusun untuk memenuhi undangan dari Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional yang melaksanakan Penilaian Standar Buku Teks Pelajaran SD/MI, SMP/MTs, SMA/MA dan SMK 2008 (periode 1).

Buku ini terdiri atas 16 bab yang tersusun sistematis. Berdasarkan kemampuan konfigurasi 16 bab tersebut mencakup:

Bab 1 Sistem Ekskresi pada Manusia
Bab 2 Sistem Reproduksi pada Manusia
Bab 3 Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia
Bab 4 Kelangsungan Hidup Organisme
Bab 5 Pewarisan Sifat
Bab 6 Bioteknologi
Bab 7 Listrik Statis
Bab 8 Listrik Dinamis
Bab 9 Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff
Bab 10 Sumber Arus Listrik
Bab 11 Energi dan Daya Listrik
Bab 12 Kemagnetan
Bab 13 Induksi Elektromagnetik
Bab 14 Tata Surya
Bab 15 Matahari dan Bumi
Bab 16 Lapisan Litosfer

Buku ini mudah digunakan, peta konsep dan kata kunci disertakan sebagai petunjuk awal mempelajari isi bab. Cara belajar yang efisien disertakan juga dalam buku ini. Siswa dapat memahami kompetensi yang disajikan berdasarkan uraian contoh, serta latihan soal-soal yang ada.

Dalam pembelajaran IPA Terpadu terpenting adalah metode dan pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran.

Beberapa pendekatan yang bisa digunakan guru sebagai berikut:

**1. Pendekatan Konsep**

Yaitu siswa dibimbing memahami suatu bahasan yang memahami konsep-konsep yang terkandung di dalamnya.

**2. Pendekatan Lingkungan**

Yaitu mengaitkan lingkungan dalam suatu proses belajar mengajar.

3. **Pendekatan Inkuiri**

Yaitu membelajarkan siswa untuk mengendalikan situasi yang dihadapi ketika berhubungan dengan dunia fisik, yaitu dengan menggunakan teknik yang digunakan oleh para ahli penelitian.

4. **Pendekatan Proses**

Yaitu mengembangkan kemampuan siswa dalam keterampilan proses atau langkah-langkah ilmiah seperti melakukan pengamatan, menafsirkan data, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan.

5. **Pendekatan Interaktif**

Yaitu memberi kesempatan pada siswa untuk mengajukan pertanyaan untuk kemudian melakukan penyelidikan yang berkaitan dengan pertanyaan yang mereka ajukan.

6. **Pendekatan Pemecahan Masalah**

Yaitu berhubungan dengan masalah yang harus dipecahkan melalui praktikum atau pengamatan.

7. **Pendekatan Sains Teknologi dan Masyarakat**

Yaitu siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep sains, tetapi juga diperkenalkan pada aspek teknologi, dan bagaimana teknologi itu berperan di masyarakat.

8. **Pendekatan Terpadu**

Yaitu memadukan dua unsur atau lebih dalam suatu kegiatan pembelajaran.

Adapun beberapa metode yang bisa digunakan guru sebagai berikut:

1. **Metode Ceramah**

Yaitu metode penyampaian bahan pelajaran secara lisan.

2. **Metode Tanya Jawab**

Yaitu metode bertanya jawab, dengan pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan sudah direncanakan sebelumnya.

3. **Metode Diskusi**

Yaitu cara pembelajaran dengan memunculkan masalah, sehingga terjadi tukar-menukar gagasan atau pendapat untuk memperoleh kesamaan derajat.

4. **Metode Kooperatif**

Yaitu siswa berada dalam kelompok kecil dengan anggota sebanyak 4 sampai 5 orang.

5. **Metode Demonstrasi**

Yaitu cara penyajian pelajaran dengan memeragakan suatu proses kejadian, misalnya dalam pembelajaran tentang transportasi pada tumbuhan.

6. **Metode Karyawisata atau Widyawisata**

   Yaitu cara penyajian dengan membawa siswa mempelajari materi pelajaran di luar kelas.

7. **Metode Penugasan**

   Yaitu guru memberi tugas tertentu agar siswa melakukan kegiatan belajar.

8. **Metode Eksperimen**

   Yaitu cara penyajian pelajaran dengan menggunakan percobaan.

9. **Metode Bermain Peran**

   Yaitu pembelajaran dengan cara seolah-olah berada dalam suatu situasi untuk memperoleh suatu pemahaman tentang suatu konsep.

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

# Daftar Isi

Kata Sambutan ■ iii
Kata Pengantar ■ iv
Pendahuluan ■ v
Daftar Isi ■ viii

**Bab 1 Sistem Ekskresi pada Manusia_____ 1**

A. Pendahuluan ■ 2
B. Ginjal ■ 2
C. Kulit ■ 6
D. Paru-paru ■ 9
E. Hati ■ 10
F. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Ekskresi ■ 11

Uji Kompetensi ■ 14

**Bab 2 Sistem Reproduksi pada Manusia_____19**

A. Pendahuluan ■ 20
B. Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Manusia ■ 20
C. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia ■ 24
D. Beberapa Upaya Pencegahan yang Dapat Dilakukan ■ 26

Uji Kompetensi ■ 27

**Bab 3 Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia_____31**

A. Pendahuluan ■ 32
B. Sistem Saraf ■ 33
C. Sistem Indra ■ 46
D. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Indra ■ 61

Uji Kompetensi ■ 63

**Bab 4 Kelangsungan Hidup Organisme ■ 67**

A. Pendahuluan ■ 68
B. Adaptasi ■ 68
C. Seleksi Alam ■ 78
D. Perkembangbiakan ■ 83

Uji Kompetensi ■ 93

**Bab 5 Pewarisan Sifat_____97**

A. Pendahuluan ■ 98
B. Kromosom dan Gen ■ 100
C. Istilah-istilah dalam Genetika ■ 102
D. Hukum Penurunan Sifat Mendel ■ 104

E. Cara Mencari Jumlah dan Macam Gamet ■ 112
F. Penurunan Sifat pada Manusia ■ 113
**Uji Kompetensi ■ 117**

**Bab 6 Bioteknologi ____ 119**

A. Pendahuluan ■ 120
B. Penerapan Bioteknologi Sederhana ■ 121
C. Dampak Negatif Penggunaan Bioteknologi ■ 135
D. Usaha Mengatasi Dampak Penerapan Bioteknologi ■ 137
**Uji Kompetensi ■ 139**

**Bab 7 Listrik Statis ____ 143**

A. Muatan Listrik ■ 146
B. Hukum Coulomb ■ 149
**Uji Kompetensi ■ 152**

**Bab 8 Listrik Dinamis ____ 155**

A. Arus Listrik dan Beda Potensial Listrik ■ 157
B. Mengukur Besar Arus Listrik dan Beda Potensial Listrik ■ 160
**Uji Kompetensi ■ 168**

**Bab 9 Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff ____ 171**

A. Hukum Ohm ■ 172
B. Hambatan, Konduktor, Semikonduktor, dan Isolator ■ 178
C. Hukum I Kirchhoff ■ 188
D. Rangkaian Hambatan ■ 195
E. Penerapan Hukum Ohm I Kirchhoff ■ 203
**Uji Kompetensi ■ 208**

**Bab 10 Sumber Arus Listrik ____ 213**

A. Sumber Tegangan ■ 214
B. Macam-macam Sumber Tegangan ■ 216
C. Gaya Gerak Listrik dan Tegangan Jepit ■ 220
**Uji Kompetensi ■ 223**

**Bab 11 Energi dan Daya Listrik ____ 227**

A. Energi Listrik ■ 230
B. Daya Listrik ■ 233
**Uji Kompetensi ■ 241**

**Latihan Semester Gasal ____ 245**

**Bab 12 Kemagnetan ____ 249**

A. Sifat Kutub Magnet ■ 250
B. Sifat Magnet Bahan ■ 254
C. Cara Membuat Magnet ■ 255

D. Teori Kemagnetan Bumi ■ 262
E. Medan magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik ■ 264
F. Peralatan yang Menggunakan Prinsip Elektromagnetik ■ 270
G. Gaya Lorentz dan Penggunaannya ■ 275
Uji Kompetensi ■ 280

Bab 13 Induksi Elektromagnetik 283

A. Hubungan antara Pergerakan Garis Medan magnet dengan Terjadinya Gaya Gerak Listrik Induksi ■ 284
B. Prinsip Kerja Dinamo dan Generator ■ 288
C. Prinsip Kerja Transformator (Trafo) ■ 290
D. Karakteristik Transformator dan Penerapannya ■ 294
Uji Kompetensi ■ 296

Bab 14 Tata Surya 299

A. Peredaran Bumi dan Bulan ■ 300
B. Gravitasi ■ 301
C. Orbit Planet ■ 302
D. Planet ■ 304
E. Komet ■ 307
F. Asteroid ■ 308
G. Meteor dan Meteorit ■ 309
Uji Kompetensi ■ 311

Bab 15 Matahari dan Bumi 313

A. Struktur Matahari ■ 314
B. Sumber Energi Matahari ■ 319
C. Bumi ■ 319
D. Rotasi Bulan ■ 327
E. Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari ■ 329
F. Pasang dan Surut Air Laut ■ 331
G. Manfaat Satelit Orbit Bumi bagi Kehidupan ■ 332
Uji Kompetensi ■ 337

Bab 16 Lapisan Litosfer 339

A. Permukaan Bumi ■ 340
B. Pelapukan ■ 340
C. Pemanasan Global ■ 342
D. Lingkungan dan Manusia ■ 343
Uji Kompetensi ■ 346

Latihan Semester Genap 348

Glosarium ■ 351
Daftar Pustaka ■ 355
Indeks ■ 356
Kunci ■ 360

# Bab 1

# Sistem Ekskresi pada Manusia

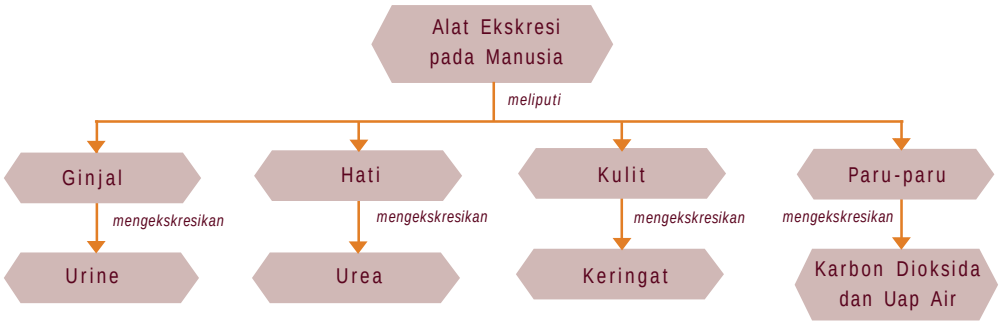
Ekskresi merupakan salah satu proses pengeluaran zat dari tubuh. Selain ekskresi ada juga proses sekresi dan defekasi. Apa perbedaan antara ketiganya?

Ekskresi adalah proses pengeluaran sisa metabolisme. Zat tersebut diserap dan diangkut oleh darah dan dikeluarkan bersama urine, keringat dan pernapasan. Defekasi adalah proses pengeluaran sisa-sisa pencernaan atau zat yang tidak mengalami pencernaan. Zat tersebut berupa feses yang dikeluarkan melalui anus. Sekresi merupakan proses pengeluaran zat oleh kelenjar yang masih digunakan oleh tubuh. Zat yang dihasilkan berupa enzim dan hormon.

Berikut akan kita bahas satu per satu alat-alat ekskresi pada manusia, sehingga kalian dapat mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Ekskresi
- Sekresi
- Defekasi
- Nefron
- Filtrasi
- Reabsorbsi
- Augmentasi
- Epidermis
- Dermis

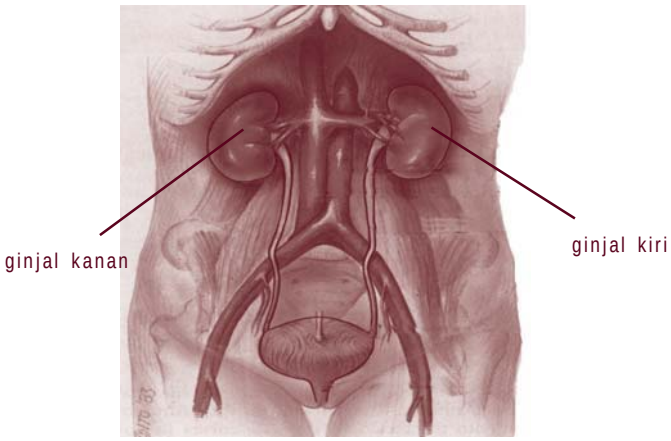
## A. Pendahuluan

Sistem ekskresi pada manusia melibatkan alat-alat ekskresi yaitu ginjal, kulit, paru-paru, dan hati. Zat-zat sisa yang dikeluarkan dari alat-alat tersebut berasal dari proses metabolisme.

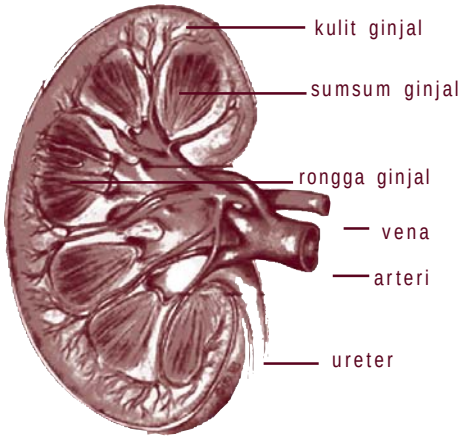
Ginjal mengeluarkan urine, kulit mengeluarkan keringat, paru-paru mengeluarkan karbondioksida, dan hati mengeluarkan zat warna empedu.

## B. Ginjal

Ginjal manusia bentuknya seperti biji kacang merah. Terletak di dalam rongga perut bagian belakang, di sebelah kanan kiri tulang pinggang, sehingga sering disebut buah pinggang. Ginjal sebelah kanan sedikit lebih rendah karena terdesak oleh hati. Setiap ginjal panjangnya 6 – 7½ sentimeter dan tebal 1½ - 2½ sentimeter. Pada orang dewasa beratnya kira-kira 140 gram. Perhatikan Gambar 1.1 yang memperlihatkan letak ginjal di rongga perut!

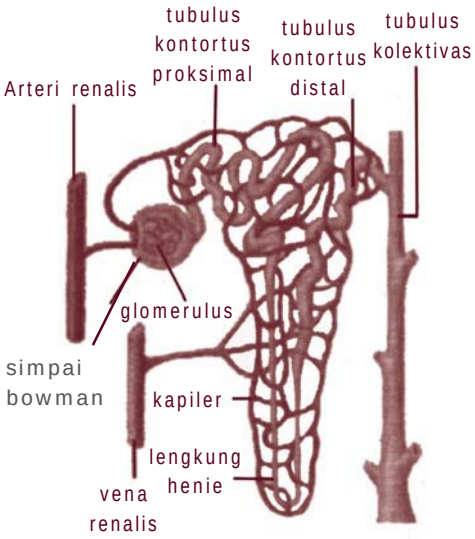



**Gambar 1.1** *Letak ginjal di dalam rongga perut bagian belakang di sebelah kanan kiri tulang pinggang*




**Gambar 1.2** *Potongan melintang ginjal*
**Sumber:** *www.muis.gov.sg*

Apabila sebuah ginjal dipotong secara melintang maka akan tampak tiga lapisan. Bagian luar disebut *korteks* atau kulit ginjal, di bawahnya ada *medula* atau sumsum ginjal dan di bagian dalam berupa rongga yang disebut *pelvis renalis* atau rongga ginjal (lihat Gambar 1.2).




**Gambar 1.3** *Nefron adalah satuan struktural dan fungsional ginjal*
**Sumber:** *www.tutor.com.my*

Pada bagian korteks atau kulit ginjal terdapat *glomerulus* dan simpai *Bowman.* Glomerulus dan simpai Bowman membentuk kesatuan yang disebut *Badan Malpighi.* Pada bagian inilah proses penyaringan darah dimulai. Badan malpighi merupakan awal dari *nefron*. Nefron adalah satuan struktural dan fungsional ginjal (lihat Gambar 1.3). Tiap ginjal tersusun oleh kira-kira 1 juta nefron. Dari badan Malpighi terbentuk saluran yang menuju bagian medula (sumsum ginjal).

Medula (sumsum ginjal) tersusun atas saluran-saluran yang merupakan kelanjutan badan malphigi dan saluran yang ada di bagian korteks.

Pelvis renalis atau rongga ginjal berupa rongga yang berfungsi sebagai penampung urine sementara sebelum dikeluarkan melalui ureter.

Untuk mengetahui bagian-bagian ginjal lakukan Kegiatan 1.1 berikut.

## Kegiatan 1.1

### Struktur Ginjal

**A. Tujuan**

Mengetahui bagian-bagian ginjal.

**B. Alat dan Bahan**

1. Ginjal sapi atau ginjal hewan Mamalia lain
2. Pisau bedah atau *cutter*
3. Bak parafin
4. Lup
5. Pensil warna
6. Kertas manila

**C. Cara Kerja**

1. Belahlah ginjal yang telah disediakan.
2. Amatilah ginjal yang sudah terbelah tersebut, kemudian gambarlah pada kertas manila.
3. Warnailah gambar kalian untuk membedakan bagian-bagian ginjal tersebut.
4. Berilah keterangan bagian-bagian ginjal tersebut.

**D. Hasil Pengamatan**

| Gambar | Keterangan |
|---|---|
| | 1. .....<br>2. .....<br>3. .....<br>4. ..... |

**E. Pertanyaan**

1. Bagaimanakah bentuk ginjal yang kalian amati?
2. Apakah warna ginjal yang kalian amati?
3. Tersusun atas bagian apa saja ginjal tersebut?
4. Bagaimanakah warna bagian-bagian ginjal tersebut?

Fungsi ginjal adalah menyaring darah sehingga dihasilkan urine, melalui tiga tahapan. Tiga tahap pembentukan urine tersebut adalah:

## 1. Filtrasi (Penyaringan)

Proses ini terjadi di glomerulus. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai Bowman. Cairan tersebut tersusun oleh urea, glukosa, air, ion-ion anorganik seperti natrium kalium, kalsium, dan klor. Darah dan protein tetap tinggal di dalam kapiler darah karena tidak dapat menembus pori–pori glomerulus.Cairan yang tertampung di simpai Bowman disebut *urine primer*. Selama 24 jam darah yang tersaring dapat mencapai 170 liter.

## 2. Reabsorbsi (Penyerapan Kembali)

Proses ini terjadi di tubulus kontortus proksimal. Proses yang terjadi adalah penyerapan kembali zat-zat yang masih dapat diperlukan oleh tubuh. Zat yang diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino dan ion-ion anorganik. Sedangkan urea hanya sedikit diserap kembali. Cairan yang dihasilkan dari proses reabsorbsi disebut *urine sekunder.*

## 3. Augmentasi (Pengumpulan)

Proses ini terjadi di tubulus kontortus distal dan juga di saluran pengumpul. Pada bagian ini terjadi pengumpulan cairan dari proses sebelumnya. Di bagian ini juga masih terjadi penyerapan ion natrium, klor serta urea. Cairan yang dihasilkan sudah berupa urine sesungguhnya, yang kemudian disalurkan ke rongga ginjal.

Urine yang sudah terbentuk dan terkumpul di rongga ginjal dibuang keluar tubuh melalui ureter, kandung kemih dan uretra.

Proses pengeluaran urine disebabkan oleh adanya tekanan di dalam kandung kemih. Tekanan pada kandung kemih selain disebabkan oleh pengaruh saraf juga adanya kontraksi otot perut dan organ-organ yang menekan kandung kemih.

Jumlah urine yang dikeluarkan dalam sehari rata-rata 1-2 liter, tetapi dapat berubah tergantung dari jumlah cairan yang masuk. Urine yang normal berwarna bening orange pucat tanpa endapan, baunya tajam (*pesing*), sedikit asam terhadap lakmus (pH 6).

## Info MEDIA

***Mengapa Anak-anak Ngompol?***



*Pengeluaran urine dari kandung kemih diatur oleh otot-otot sphincter. Ada dua otot sphincter, yaitu sphincter dalam dan sphincter luar. Kedua otot ini dikoordinasi oleh dua saraf yang berbeda. Otot sphincter dalam diatur oleh saraf tak sadar. Otot sphincter luar diatur oleh saraf sadar. Rerata volume kandung kemih kita adalah antara 700–800 ml. Bila jumlah urine dalam kandung kemih mendekati 200–400 ml, reseptor dalam dinding kandung kemih akan memberi tanda pada sumsum tulang belakang bagian bawah. Impuls ini akan memicu refleks kencing. Impuls para-simpatik dari sumsum tulang belakang yang mencapai dinding kandung kemih, mengakibatkan otot sphincter dalam mengendor/relaksasi. Kemudian otak mengirim sinyal pada sphincter luar untuk relaksasi, maka mengalirlah urine keluar.*

*Kita dapat menahan kencing karena otak kita secara sadar dapat mengatur kontraksi dan relaksasi otot sphincter luar. Meskipun refleks relaksasi sphincter dalam telah terjadi, bila sphincter luar tetap kontraksi maka urine tidak dapat keluar. Pada anak-anak usia 2 tahun ke bawah, neuron/sel-sel saraf yang mengatur kontraksi otot sphincter luar belum berkembang sempurna. Itulah mengapa mereka belum dapat mengontrol pengeluaran urine mereka alias ngompol.*

*Ngompol yang terjadi pada orang dewasa biasanya disebabkan oleh gangguan saraf spinal yang mengatur kandung kemih, saraf kontraksi uretra, iritasi atau abnormalitas kandungan urine, sakit pada kandung kencing atau karena stres/tekanan emosi.*

## C. Kulit

Kulit merupakan jaringan yang terdapat pada bagian luar tubuh. Kulit memiliki banyak fungsi karena di dalamnya terdapat berbagai jaringan.

Kulit terdiri atas tiga lapisan yaitu *epidermis, dermis* dan *jaringan ikat bawah kulit*.

## 1. Epidermis (Kulit Ari)

Epidermis tersusun oleh sejumlah lapisan sel yang pada dasarnya terdiri atas dua lapisan yaitu:

***a. Lapisan tanduk***

Merupakan lapisan epidermis paling luar. Pada lapisan ini tidak terdapat pembuluh darah dan serabut saraf, karena merupakan sel-sel mati dan selalu mengelupas. Lapisan ini jelas sekali terlihat pada telapak tangan dan telapak kaki.

***b. Lapisan malpighi***

Lapisan ini terdapat di bawah lapisan tanduk. Sel-selnya terdapat pigmen yang menentukan warna kulit.

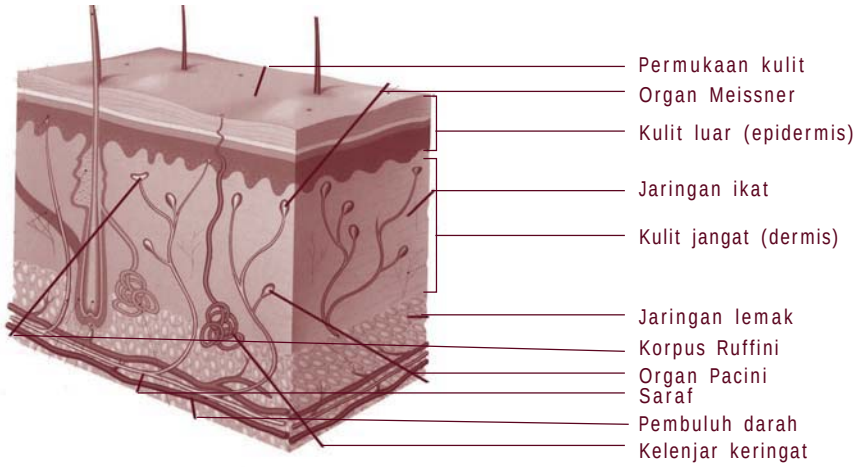
## 2. Dermis (Kulit Jangat)

Merupakan lapisan kulit di bawah epidermis, di dalam lapisan ini terdapat beberapa jaringan yaitu:

a. Kelenjar keringat, yang berfungsi untuk menghasilkan keringat. Keringat tersebut bermuara pada pori-pori kulit.
b. Kelenjar minyak, yang berfungsi untuk menghasilkan minyak guna menjaga rambut tidak kering. Kelenjar ini letaknya dekat akar rambut.
c. Pembuluh darah, yang berfungsi untuk mengedarkan darah ke semua sel atau jaringan termasuk akar rambut.
d. Ujung-ujung saraf. Ujung saraf yang terdapat pada lapisan ini adalah ujung saraf perasa dan peraba.

## 3. Jaringan Ikat Bawah Kulit

Di bagian ini terdapat jaringan lemak (adiposa). Fungsinya antara lain untuk penahan suhu tubuh dan cadangan makanan.




**Gambar 1.4** *Struktur anatomi kulit*

Dengan adanya berbagai jaringan yang terdapat di dalamnya, maka kulit dapat berfungsi sebagai:

1. indra peraba dan perasa,
2. pelindung tubuh terhadap luka dan kuman,
3. tempat pembentukan vitamin D dari provitamin D dengan bantuan sinar ultraviolet cahaya matahari,
4. penyimpan kelebihan lemak,
5. pengatur suhu tubuh.

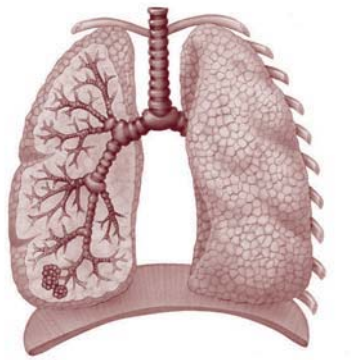
Dari berbagai fungsi tersebut yang berkaitan dengan sistem ekskresi adalah kemampuan kulit sebagai pengatur suhu tubuh. Suhu tubuh diatur oleh pusat pengatur panas di sumsum lanjutan agar konstan $36^{\circ}$ – $37{,}5^{\circ}$C. Bila suhu badan meningkat, maka kapiler darah melebar, kulit menjadi panas dan kelebihan panas dipancarkan ke kelenjar keringat. Sehingga terjadi penguapan cairan dalam bentuk keringat pada permukaan tubuh. Sebaliknya bila tubuh merasa kedinginan, pembuluh darah mengkerut, kulit menjadi pucat dan dingin, keringat dibatasi pengeluarannya.

Keringat yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat berisi larutan garam, urea dan air. Banyaknya keringat yang dikeluarkan tergantung dari beberapa faktor antara lain aktivitas tubuh, suhu lingkungan, makanan, kesehatan dan emosi.

Sebagai penutup bahasan kulit, coba analisalah kasus berikut.

Di berbagai kota di Indonesia banyak ditemukan penduduk yang mengalami kelainan pada kulit yaitu kulit bersisik seperti ikan sehingga seringkali diistilahkan dengan manusia bersisik. Jelaskan pendapat kalian tentang kasus ini!

## D. Paru-paru



**Gambar 1.5** *Sebagai organ ekskresi paru-paru berfungsi untuk mengeluarkan karbondioksida*
**Sumber:** *www.oup.co.uk*

Pembahasan tentang organ paru-paru sudah banyak dibahas pada pokok bahasan sistem pernapasan. Selain berfungsi sebagai alat pernapasan, paru-paru juga berfungsi sebagai alat ekskresi.

Zat sisa yang dikeluarkan oleh paru-paru adalah karbondioksida dan uap air. Untuk mengetahui bahwa zat yang dikeluarkan dari paru-paru adalah karbondioksida dan uap air lakukan kegiatan berikut ini!

## Kegiatan 1.2

**Uji Karbon Dioksida**

**A. Tujuan**
Mengetahui adanya karbondioksida dikeluarkan dari paru-paru.

**B. Alat dan Bahan**
Air kapur jernih, Sedotan bengkok, Gelas

**C. Cara Kerja**
1. Isilah gelas dengan air kapur jernih sampai setengahnya.
2. Hembuskan udara pernapasan ke dalam air kapur melalui pipa (sedotan) selama setengah menit.
3. Amatilah bagaimanakah keadaan air kapur setelah dihembus dengan udara pernapasan.

**D. Pertanyaan**

1. Perubahan apa yang terjadi pada air kapur setelah dihembuskan udara pernapasan?
2. Jelaskan mengapa dalam air kapur yang sudah dihembus udara pernapasan dapat terbentuk endapan putih!
3. Apakah kesimpulan kalian dari percobaan ini?

## Kegiatan 1.3

**Menguji Uap Air**

**A. Tujuan**

Mengetahui adanya uap air dikeluarkan dari proses pernapasan.

**B. Alat dan Bahan**

1. Cermin
2. Kertas tisu atau kertas buram

**C. Cara Kerja**

1. Hembuskan udara pernapasan melalui mulut sebanyak lima kali ke permukaan cermin.
2. Diamkan sesaat kira-kira 10 detik, amatilah permukaan cermin tersebut. Apa yang terjadi?
3. Tempelkan sobekan kertas buram atau kertas tisu kira-kira 2 cm di permukaan cermin tersebut. Amatilah apa yang terjadi dengan kertas tisu tersebut.



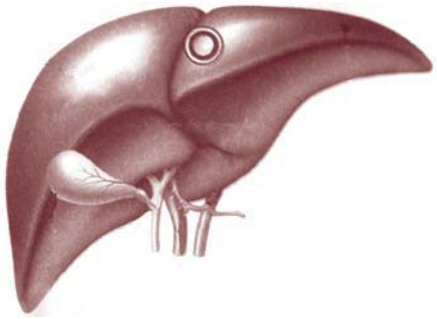
**D. Pertanyaan**

1. Apakah yang terjadi dengan permukaan cermin setelah dihembus dengan udara pernapasan?
2. Bagaimanakah kalian dapat membuktikan kalau udara yang dikeluarkan dari sisa pernapasan adalah uap air?
3. Apakah kesimpulan kalian dengan percobaan ini?

## E. Hati

Organ hati sudah kita singgung pada pokok bahasan sistem pencernaan. Kalian tentu masih ingat beberapa fungsi hati bukan? Dari beberapa fungsi hati, yang terkait dengan fungsi ekskresi adalah:

### 1. Menghasilkan Getah Empedu



**Gambar 1.6** *Sebagai organ ekskresi hati menghasilkan getah empedu dan urea*

**Sumber:** *Kamus visual*

Getah empedu dihasilkan dari hasil perombakan sel darah merah. Getah ini ditampung di dalam kantung empedu kemudian disalurkan ke usus 12 jari.

Getah empedu pada dasarnya terdiri atas dua komponen yaitu garam empedu dan zat warna empedu. Garam empedu berfungsi dalam proses pencernaan makanan yaitu untuk mengemulsi lemak. Sedangkan zat warna empedu tidak berfungsi sehingga harus diekskresikan. Zat warna empedu yang diekskresikan ke usus 12 jari, sebagian menjadi sterkobilin, yaitu zat yang mewarnai feses dan beberapa diserap kembali oleh darah dibuang melalui ginjal sehingga membuat warna pada urine yang disebut urobilin. Kedua zat ini mengakibatkan warna feses dan urine kuning kecoklatan.

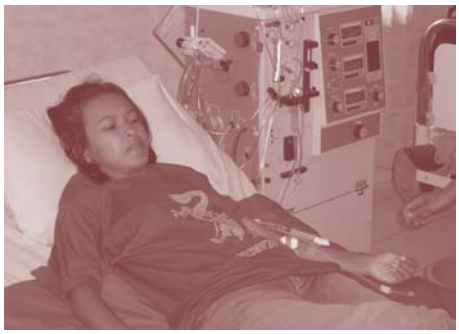
### 2. Menghasilkan Urea

Urea adalah salah satu zat hasil perombakan protein. Karena zat ini beracun bagi tubuh maka harus dibuang keluar tubuh. Dari hati urea diangkut ke ginjal untuk dikeluarkan bersama urine.

## F. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Ekskresi

### 1. Gagal Ginjal

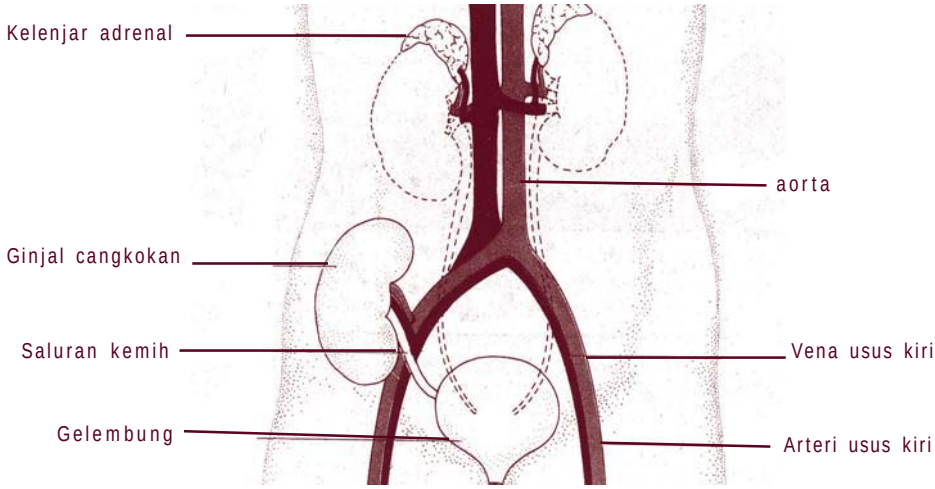
Gagal ginjal adalah kelainan ginjal yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya (sebagai alat penyaring darah). Ada dua macam gagal ginjal yaitu gagal ginjal yang bersifat sementara dan gagal ginjal tetap.



**Gambar 1.7** *Penderita gagal ginjal dapat ditolong dengan cuci darah, menggunakan dialisator*
**Sumber:** *www.burungmanyar.nl*

Penderita gagal ginjal sementara dapat ditolong dengan cuci darah secara berkala. Dengan menggunakan alat yang disebut dialisator darah dari penderita dikeluarkan dari arteri (tabung atas), melewati perangkap gelembung, dan masuk ke dalam ginjal tiruan. Darah yang sudah dimurnikan keluar dari ginjal buatan (bawah), dan dikembalikan ke urat dalam lengan (tabung bawah). Perhatikan Gambar 1.7 yang memperlihatkan alat dialisator tersebut.

Penderita gagal ginjal tetap dapat ditolong dengan mencangkok ginjal (Gambar 1.8). Ginjal sakit yang dimiliki penderita biasanya diambil. Arteri dan uratnya diikat (agar putus hubungan), kecuali cabang yang berhubungan dengan kelenjar adrenal. Kemudian ginjal yang sakit tersebut diganti ginjal yang sehat dari donor yang sesuai.




**Gambar 1.8** *Cara cangkok ginjal*
**Sumber:** *Biologi Jilid 2 (2003): 578*

## 2. Batu Ginjal

Batu ginjal terbentuk karena adanya endapan garam kalsium yang makin lama makin mengeras dan membesar. Endapan ini pada mulanya terdapat

di rongga ginjal, kemudian terbawa arus urine, juga terdapat di ureter dan kantong kemih.

Batu ginjal dapat dihilangkan dengan beberapa cara antara lain dengan pengobatan, yaitu mengkonsumsi obat yang dapat menghancurkan batu ginjal. Namun bila dengan pengobatan sulit hancur dapat dilakukan dengan pembedahan untuk mengambil batu ginjal tersebut.

### 3. Diabetes Insipidus

*Diabetes insipidus* adalah suatu penyakit yang penderitanya mengeluarkan urine terlalu banyak. Penyebab penyakit ini adalah kekurangan hormon ADH (*Anti Diuretic Hormone*), yaitu hormon yang mempengaruhi proses reabsorbsi cairan pada ginjal. Bila kekurangan hormon ADH, jumlah urine dapat meningkat sampai 30 kali lipat.

### 4. Nefritis

Nefritis adalah peradangan pada nefron terutama glomerulus. Penyebabnya adalah infeksi bakteri *Streptococcus.*

## Rangkuman

1. Proses pengeluaran zat dari tubuh meliputi:
   a. Ekskresi: proses pengeluaran metabolisme.
   b. Sekresi: proses pengeluaran zat oleh kelenjar yang masih digunakan oleh tubuh.
   c. Defekasi: proses pengeluaran sisa-sisa pencernaan atau zat yang mengalami pencernaaan.
2. Alat-alat ekskresi pada manusia:
   a. Ginjal, mengekskresikan urine.
   b. Kulit, mengekskresikan keringat.
   c. Paru-paru, mengekskresikan $CO_2$.
   d. Hati, mengekskresikan zat warna empedu.
3. Kelainan dan penyakit pada sistem ekskresi, antara lain:
   a. Gagal ginjal: kelainan ginjal yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya (sebagai alat penyaring darah).

b. Batu ginjal: adanya endapan garam kalsium yang makin lama makin mengeras.
c. Diabetes insipidus: suatu penyakit yang penderitanya mengeluarkan urine terlalu banyak.
d. Nefritis: peradangan pada nefron terutama glomerulus.

## Refleksi

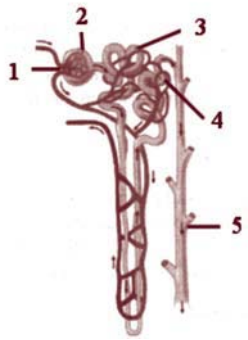
Alat-alat ekskresi pada manusia terdiri atas ginjal, kulit, paru-paru dan hati. Sebagai bahan refleksi, coba buatlah rangkuman singkat tentang alat-alat yang meliputi struktur/bagian-bagiannya, mekanisme ekskresi, dan fungsinya.

Setelah kalian paham benar kalian bisa melanjutkan belajar ke bab berikutnya, tetapi jika belum paham pelajarilah lagi bab ini.

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a, b, c,* atau *d*!**

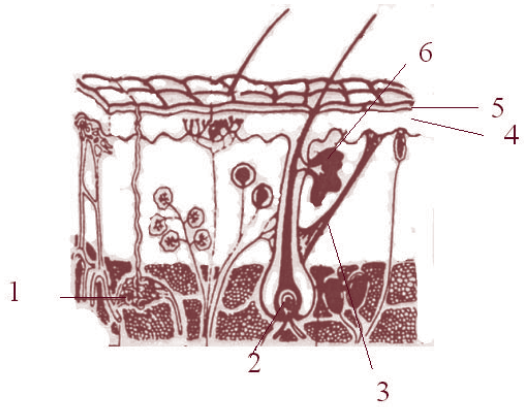
Gambar berikut ini untuk menjawab soal nomor 1-3.




1. Badan malpighi ditunjukkan oleh nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 1 dan 2
   d. 1,2,3, dan 4

2. Tubulus kontortus proksimal ditunjukkan oleh nomor . . . .
   a. 2
   b. 3
   c. 4
   d. 5
3. Proses augmentasi berlangsung pada bagian nomor . . . .
   a. 2
   b. 3
   c. 4
   d. 5
4. Urutan proses pembentukan urine adalah . . . .
   a. filtrasi-reabsorbsi-augmentasi
   b. reabsorbsi-filtrasi-augmentasi
   c. filtrasi-augmentasi-reabsorbsi
   d. reabsorbsi-augmentasi-filtrasi
5. Reabsorbsi atau penyerapan kembali zat-zat yang masih berfungsi berlangsung di bagian . . . .
   a. glomerulus
   b. tubulus kontortus distal
   c. tubulus kontortus proksimal
   d. simpai Bowman
6. Urutan jalannya urine adalah . . . .
   a. rongga ginjal-uretra-kantong kemih-ureter
   b. rongga ginjal-ureter-uretra-kantong kemih
   c. rongga ginjal-ureter-kantong kemih-uretra
   d. rongga ginjal-kantong kemih-ureter-uretra
7. Zat yang tidak terdapat di dalam urine sehat adalah . . . .
   a. garam
   b. urea
   c. zat warna empedu
   d. glukosa

Untuk nomor 8 – 10 perhatikan gambar penampang kulit berikut!

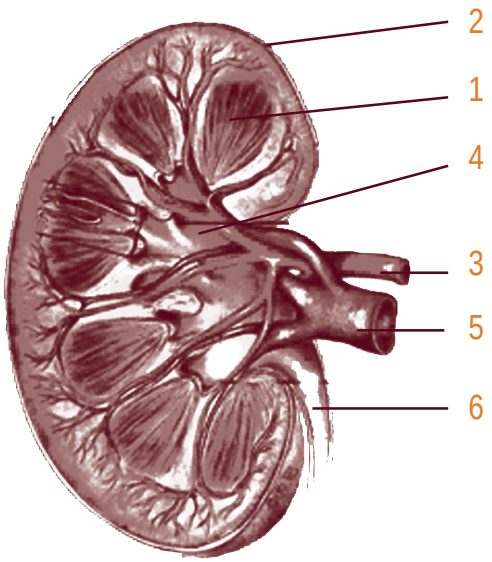



8. Kelenjar keringat ditunjukkan oleh nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4
9. Lapisan malpighi ditunjukkan oleh nomor . . . .
   a. 3
   b. 4
   c. 5
   d. 6
10. Lapisan tanduk ditunjukkan oleh nomor . . . .
   a. 3
   b. 4
   c. 5
   d. 6
11. Bagian terpenting dari kulit kita yang mendukung proses ekskresi adalah . . . .
   a. kelenjar keringat
   b. kelenjar minyak
   c. lapisan tanduk
   d. saraf

12. Selain sebagai alat ekskresi, hati memiliki fungsi yang lain, di antaranya adalah sebagai berikut, ***kecuali*** . . . .
    a. tempat pembentukan trombin
    b. tempat pembentukan glikogen
    c. tempat pembongkaran sel darah merah
    d. tempat pengubahan provitamin D menjadi vitamin D
13. Gangguan penyakit nefritis akut disebabkan karena adanya kerusakan ginjal dalam bagian tertentu. Bagian yang dimaksud adalah . . . .
    a. ureter
    b. nefron
    c. rongga ginjal
    d. korteks ginjal
14. Lapisan kulit yang selalu mengalami pengelupasan adalah . . . .
    a. lapisan tanduk
    b. dermis
    c. epidermis
    d. lapisan malpighi
15. Lapisan kulit yang dapat melindungi jaringan di bawahnya dari sinar matahari yang panas adalah lapisan . . . .
    a. lemak
    b. tanduk
    c. malpighi
    d. dermis

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Lengkapilah gambar berikut ini dengan keterangan nama-nama bagiannya!



2. Sebutkan lapisan-lapisan kulit beserta fungsinya!
3. Sebutkan tiga tahap terbentuknya urine!
4. Jelaskan fungsi kulit sebagai pengatur suhu tubuh!
5. Sebutkan 3 kelainan atau penyakit pada sistem ekskresi!

**Proyek**

Carilah informasi dari berbagai sumber (buku, majalah, televisi, radio, internet, dan sumber lainnya) untuk mengungkap gangguan/ kelainan yang dikenal dengan istilah “kencing manis” atau “diabetes melitus”! Carilah informasi mengenai penyebabnya, alat tubuh yang terganggu apa, dan cara untuk mengatasinya bagaimana! Tulislah informasi yang kalian dapatkan dalam bentuk karangan yang dapat kalian tempel dalam majalah dinding kelas atau majalah dinding sekolah!

# Bab 2

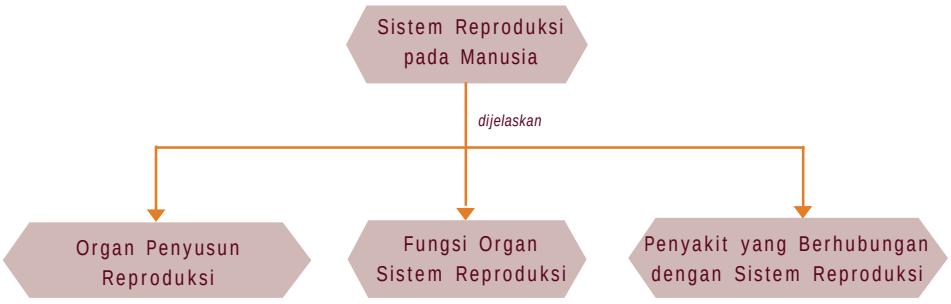
# Sistem Reproduksi pada Manusia

Reproduksi berarti “membuat kembali”, jadi “membuat reproduksi pada manusia berarti kemampuan manusia untuk memperoleh keturunan (beranak), sehingga sistem reproduksi adalah organ-organ yang berhubungan dengan masalah seksualitas.

Dalam bab ini kalian akan diajak untuk mendeskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi manusia.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Sistem reproduksi pada pria
- Sistem reproduksi pada wanita
- Oogenesis
- Penyakit pada sistem reproduksi
- Spermatogenesis
- Fertilisasi

## A. Pendahuluan

Sistem reproduksi pada manusia akan mulai berfungsi ketika seseorang mencapai kedewasaan (pubertas) atau masa akil balik. Pada seorang pria testisnya telah mampu menghasilkan sel kelamin jantan (sperma) dan hormon testosteron. Hormon testosteron berfungsi mempengaruhi timbulnya tanda-tanda kelamin sekunder pada pria, di antaranya suara berubah menjadi lebih besar, tumbuhnya rambut di tempat tertentu misalnya jambang, kumis, jenggot, dan dada tumbuh menjadi bidang, jakun membesar. Sedangkan seorang wanita ovariumnya telah mampu menghasilkan sel telur (ovum) dan hormon wanita yaitu estrogen. Hormon estrogen berfungsi mempengaruhi timbulnya tanda-tanda kelamin sekunder pada wanita, yaitu kulit menjadi semakin halus, suara menjadi lebih tinggi, tumbuhnya payudara dan pinggul membesar.

## B. Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Manusia

Reproduksi manusia secara vivipar (melahirkan anak) dan fertilisasinya secara internal (di dalam tubuh) oleh karena itu memiliki alat-alat reproduksi yang mendukung fungsi tersebut, adapun alat-alat tersebut antara lain:

### 1. Sistem Reproduksi Pria

Organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada pria terdiri atas:

***a. Testis (buah zakar)***

Jumlah 1 pasang, terdapat dalam kantong pelindung yang disebut skrotum dan terletak di luar dan di bawah rongga pelvis. Testis berfungsi

menghasilkan hormon testosteron dan sel kelamin jantan (spermatozoa). Hormon testosteron berfungsi untuk menimbulkan tanda-tanda kelamin sekunder pada pria, di antaranya: tumbuhnya kumis, suara membesar, dada tumbuh bidang dan lain-lain.

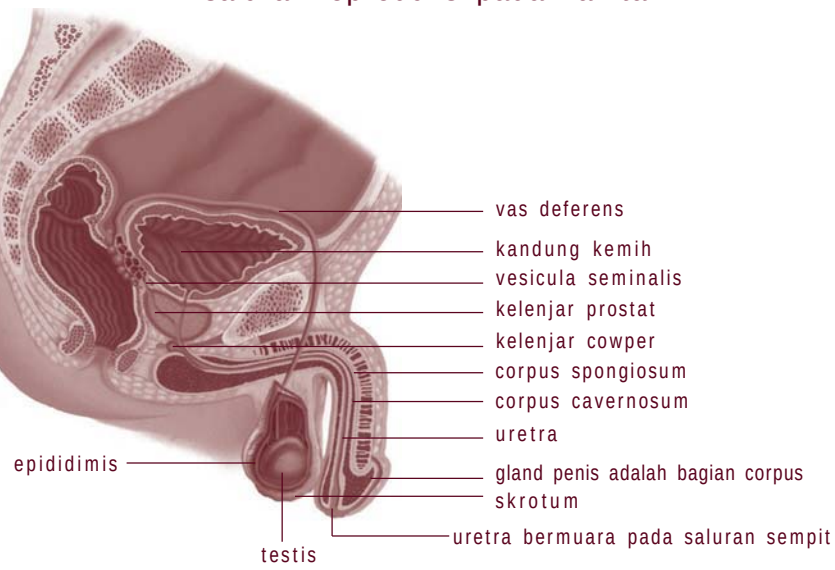
### b. *Saluran reproduksi*

Saluran reproduksi pada pria terdiri atas:

1) *Epididimis*, merupakan tempat pendewasaan (pematangan) dan penyimpanan sperma. Epididimis berupa saluran yang berkelok-kelok yang terdapat di dalam skrotum.
2) *Vas deferens (saluran sperma)*, merupakan kelanjutan dari saluran epididimis, berfungsi menyalurkan sperma ke uretra.
3) *Uretra,* kelanjutan dari vas deferens, berfungsi untuk menyalurkan sperma keluar dan merupakan saluran urine dari kandung kemih menuju ke luar.

### c. *Penis*

Merupakan alat kelamin luar, berfungsi untuk alat kopulasi, yaitu untuk memasukkan sperma ke dalam saluran reproduksi pada wanita.




**Gambar 2.1** *Sistem reproduksi pada pria*
**Sumber:** *santhathi.com*

### *d. Kelenjar yang terdapat pada pria*

*1) Vesika seminalis*

Kelenjar ini menghasilkan cairan yang pekat berwarna kuning, mengandung makanan yang merupakan sumber energi untuk pergerakan sperma.

*2) Kelenjar prostat*

Merupakan kelenjar penghasil semen terbesar, bersifat encer dan berwarna putih, berisi makanan untuk sperma.

*3) Kelenjar bulbourethralis*

Kelenjar ini terdapat di sepanjang uretra, berfungsi mensekresi cairan lendir bening yang menetralkan cairan urine yang bersifat asam yang tertinggal pada uretra.

## 2. Sistem Reproduksi Wanita

Organ yang menyusun sistem reproduksi pada wanita terdiri atas:

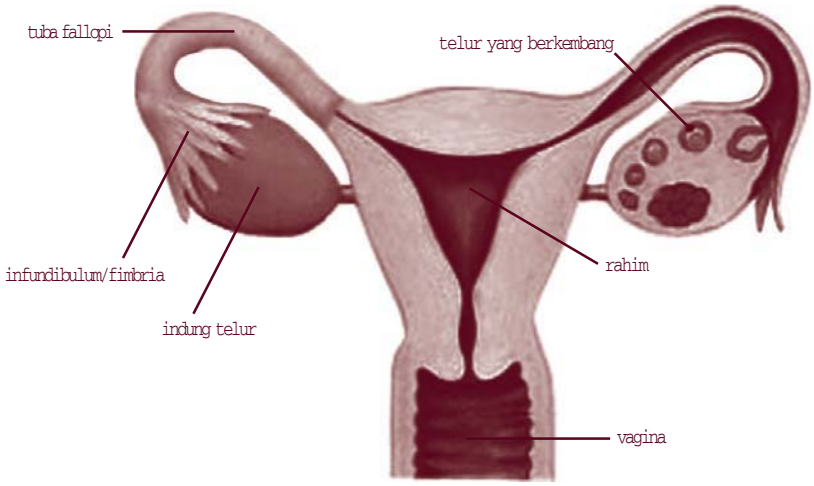
### *a. Ovarium (indung telur)*

Jumlahnya 1 pasang, terletak di dalam rongga perut, berfungsi untuk pembentukan sel telur dan menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Pembentukan sel telur terjadi melalui pembentukan folikel. Hormon estrogen berfungsi untuk menimbulkan tanda-tanda kelamin sekunder pada wanita, di antaranya: payudara membesar, suara semakin tinggi, kulit semakin halus, panggul membesar dan lain-lain.

### *b. Saluran reproduksi, terdiri atas:*

1) 1 pasang corong infundibulum, berfungsi untuk menangkap sel telur dari ovarium.
2) 1 pasang tuba falopii atau oviduk, merupakan saluran telur, berfungsi sebagai tempat terjadinya fertilisasi (pembuahan).
3) Uterus (rahim), berfungsi sebagai tempat perkem bangan dan pertumbuhan janin.

4) Vagina, organ untuk kopulasi dan melahirkan.
5) Alat kelamin luar, umumnya dinamakan vulva, terdiri atas labia mayora, labia minora dan klitoris.




**Gambar 2.2** *Sistem reproduksi pada wanita*
**Sumber:** *Tubuh Manusia Time Life*

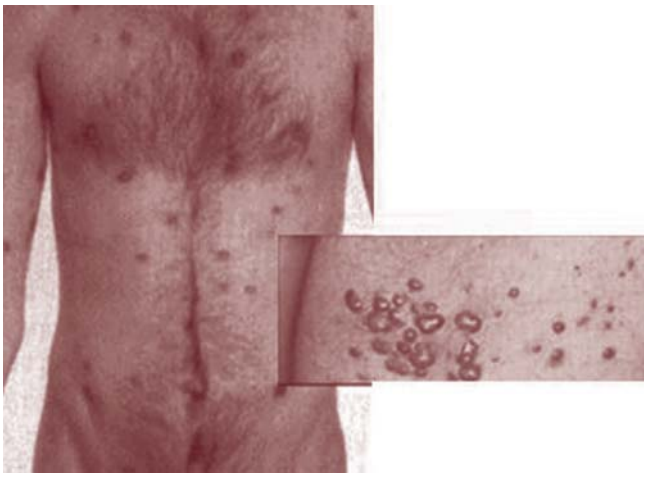
Jika sel telur pada ovarium telah masak, akan dilepaskan dari ovarium. Pelepasan telur dari ovarium disebut ovulasi. Setelah ovulasi sel telur ditangkap oleh infundibulum dan segera menuju ke saluran fallopi, di saluran inilah terjadi pembuahan. Bila sel telur telah dibuahi menjadi zigot dan zigot berkembang menjadi embrio yang kemudian menempel pada dinding rahim melalui plasenta dan berkembang di dalam rahim.

Plasenta dan tali pusat merupakan penghubung antara embrio dengan ibu, fungsinya untuk menyalurkan makanan dan oksigen dari ibu ke embrio dan menyalurkan zat sisa dari embrio ke darah ibu. Di dalam rahim, embrio berada di dalam amnion. Amnion adalah kantong yang berfungsi untuk melindungi embrio dari benturan. Amnion berisi cairan yang disebut cairan amnion atau air ketuban. Bila bayi sudah berumur kira-kira 9 bulan dan siap dilahirkan maka otot-otot pada rahim berkontraksi secara teratur dan mendorong bayi keluar dari rahim melalui vagina.

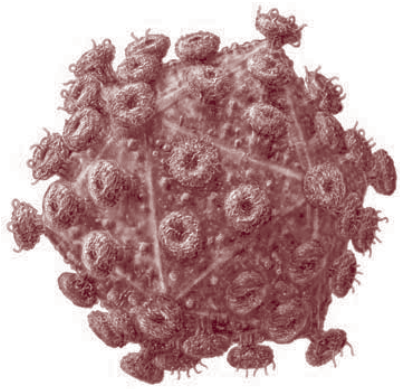
## C. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

### 1. AIDS

AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*), *Acquired* berarti diperoleh, *Immuno Deficiency* berarti kekebalan yang rapuh dan *Syndrom* berarti penyakit, sehingga pengidap AIDS mudah sekali terserang penyakit yang berbahaya.



**Gambar 2.3** *Penyakit yang disebabkan virus HIV*
**Sumber:** *www.rkm.com.au*



**Gambar 2.4** *Virus HIV*
**Sumber:** *www.rkm.com.au*

#### *a. Penyebab AIDS*

AIDS disebabkan oleh virus, yang diberi nama HIV (*Human Immuno Deficiency Virus*), virus ini menyerang sel darah putih tertentu, dimana sel darah putih berfungsi sebagai sistem kekebalan tubuh yaitu menangkal infeksi atau serangan penyakit terhadap tubuh. Apabila virus HIV bersarang dalam sel darah putih dan merusak sel darah putih maka tubuh akan menjadi lemah dan mudah terserang penyakit.

### b. Penularan AIDS



**Gambar 2.5** *Jarum suntik bisa menjadi perantara penyebab penularan AIDS*
**Sumber:** *www.syringes.cn*

Virus HIV dapat berpindah dari seseorang ke orang lain atau dengan kata lain penyakit AIDS dapat menular. Penularan AIDS tidak menyebar melalui udara, atau karena berjabat tangan dengan penderita AIDS juga tidak menular melalui peralatan makan penderita AIDS. Tetapi virus HIV dapat menular masuk ke tubuh orang lain melalui transfusi darah (donor darah seseorang yang terinfeksi HIV) atau melalui alat-alat yang menyebabkan luka, seperti jarum suntik, jarum infus, dapat juga melalui kontak seksual.

### c. Pencegahannya

Sampai sekarang belum ditemukan cara pengobatan yang efektif pada penderita AIDS, oleh karena itu akan lebih baik bila kita berusaha menghindari penyakit ini dengan cara mencegah penularan virus HIV, antara lain:

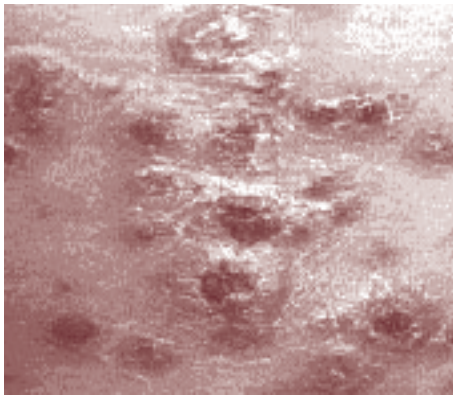
1) Menggunakan jarum suntik yang steril dan jarum yang sekali pakai lalu dibuang.
2) Memeriksa darah sebelum transfusi darah, sehingga darah dapat dipastikan tidak terinfeksi virus HIV.
3) Hanya melakukan kontak seksual dengan pasangannya yang sah.

## 2. Gonorea

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae.* Bakteri ini dapat ditularkan melalui kontak seksual. Penderita gonorea akan merasakan sakit pada saat urinasi, kadang-kadang urine mengeluarkan nanah, jika penderita gonorea tidak diobati dapat merusak saluran reproduksi yaitu saluran sperma pada pria dan saluran tuba falopii pada wanita sehingga dapat mengakibatkan kemandulan.

### 3. Sifilis

Sifilis disebabkan oleh sejenis bakteri *Treponema pallidium*, bakteri ini biasa ditularkan melalui kontak seksual, namun demikian bakteri ini juga dapat ditularkan melalui jalan lain, misalnya bayi yang dilahirkan dari ibu penderita sifilis. Penyakit ini akan ditandai dengan adanya luka pada alat kelamin dan jika tidak segera diobati bakteri dapat merusak sel otak, melumpuhkan tulang atau merusak jantung dan pembuluh darah.



**Gambar 2.6** *Luka yang diakibatkan oleh sifilis*

## D. Beberapa Upaya Pencegahan yang Dapat Dilakukan

Karena penyakit tersebut merupakan penyakit yang berbahaya maka lebih baik mencegah daripada mengobati. Cara pencegahannya antara lain:

1. Memberikan penerangan mengenai bahaya-bahaya penyakit kelamin dan bagaimana cara pencegahannya.
2. Menghindari hubungan seksual di luar perkawinan.
3. Menjaga kesehatan sistem reproduksi antara lain:
   a. Sering mengganti pembalut pada wanita yang sedang menstruasi.
   b. Setelah buang air kecil selalu membasuh alat kelamin bagi wanita.

## Rangkuman

1. Organ-organ penyusun sistem reproduksi manusia.
   a. Sistem reproduksi pria, tersusun atas organ.
      1) Testis (buah zakar)
      2) Saluran reproduksi (epididimis, vas deferens, uretra)
      3) Penis
      4) Kelenjar yang terdapat pada pria (vesika seminalis, kelenjar prostat, kelenjar bulbourethralis)
   b. Sistem reproduksi wanita
      1) Ovarium (indung telur)
      2) Saluran reproduksi (infundibulum, oviduk, uterus, alat kelamin luar/vulva (labia mayora, labia minora, klitoris).
2. Penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi manusia:
   a. AIDS
   b. Gonorea
   c. Sifilis

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi, coba kalian pelajari ulang tentang gametogenesis dan fertilisasi, catatlah point-point dari materi tersebut, jika belum jelas tanyakan kepada guru kalian, jika sudah paham lanjutkan ke bab berikutnya.

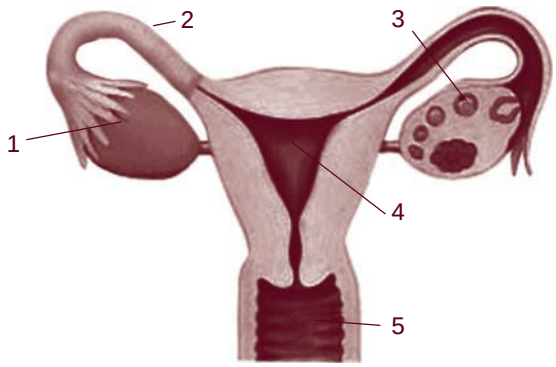
## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a, b, c* atau *d*!**

1. Berikut ini adalah saluran reproduksi pada pria secara urut . . . .
   a. testis, vas deferens, epididimis, uretra, penis
   b. testis, epididimis, vas deferens, uretra, penis
   c. testis, uretra, vas deferens, epididimis, penis
   d. testis, epididimis, uretra, vas deferens, penis

2. Fungsi testis adalah . . . .
   a. penghasil sperma
   b. penghasil ovum
   c. saluran sperma
   d. alat kopulasi
3. Fungsi ovarium adalah . . . .
   a. penghasil sperma
   b. tempat terjadinya fertilisasi
   c. penghasil ovum
   d. tempat pertumbuhan zigot
4. Peristiwa pelepasan ovum dari ovarium disebut . . . .
   a. menstruasi
   b. fertilisasi
   c. ovipar
   d. ovulasi
5. Berikut adalah penyakit yang dapat mengakibatkan menurunnya sistem kekebalan tubuh seseorang . . . .
   a. AIDS
   b. herpes
   c. gonore
   d. sifilis

   Untuk soal nomor 6 sampai nomor 8 perhatikan gambar saluran reproduksi pada wanita di bawah ini.




6. Oviduk dan uterus berturut-turut ditunjukkan oleh gambar nomor . . . .
   a. 1 dan 2
   b. 1 dan 3
   c. 2 dan 3
   d. 2 dan 4

7. Tempat terjadinya fertilisasi ditunjukkan oleh gambar nomor . . . .
   a. 1
   b. 3
   c. 2
   d. 4
8. Setelah terjadi fertilisasi, kemudian zigot tumbuh menjadi embrio, embrio kemudian akan menempel dan tumbuh pada nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4
9. Bakteri berikut dapat menyebabkan penyakit sifilis adalah . . . .
   a. *Neisseria gonorrhoeae*
   b. *Trypanosoma gambiense*
   c. *Treponema pallidium*
   d. *Eschericia coli*
10. Pernyataan berikut adalah usaha untuk mencegah penularan virus HIV, ***kecuali*** . . . .
   a. menggunakan jarum suntik yang steril dan sekali pakai
   b. peralatan operasi harus steril
   c. tidak perlu melakukan donor darah
   d. memeriksa darah sebelum melakukan transfusi darah
11. Di dalam penis terdapat saluran yang disebut uretra. Saluran ini berfungsi untuk . . . .
   a. saluran sperma dan urine
   b. penghasil sperma dan hormon
   c. penghasil sperma dan urine
   d. saluran sperma dari testis ke kantong sperma
12. Masa pubertas ditandai dengan dihasilkan dan dikeluarkannya . . . .
   a. sperma oelh individu jantan atau sel telur oleh individu betina
   b. testosteron oleh testis dan estrogen oleh ovarium
   c. testosteron dan FSH
   d. FSH dan LH
13. Selaput pembungkus embrio salah satunya adalah amnion yang mempunyai fungsi . . . .
   a. melindungi ibu dan janin
   b. pertukaran zat antara ibu dan janin
   c. melindungi embrio dari benturan
   d. memberi makanan dan $O_2$ pada embrio

14. Penghubung antara ibu dan embrio adalah . . . .
    a. plasenta
    b. amnion
    c. khorion
    d. yolk
15. Yang dimaksud ovulasi adalah . . . .
    a. pembuahan sel telur oleh sperma
    b. pembentukan sel telur oleh folikel
    c. pelepasan sel telur dari ovarium
    d. pembentukan folikel awal

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan urutan saluran reproduksi pada pria!
2. Sebutkan urutan saluran reproduksi pada wanita!
3. Apakah fertilisasi itu dan di mana tempat terjadinya?
4. Sebutkan fungsi ovarium dan testis!
5. Jelaskan tentang penyakit AIDS dan bagaimana cara pencegahannya!

**Proyek**

Buatlah makalah tentang bayi tabung! Referensi bisa dari berbagai sumber. Kerjakan secara berkelompok! Waktu mengerjakan satu minggu. Kemudian hasilnya didiskusikan di kelas!

# Bab 3

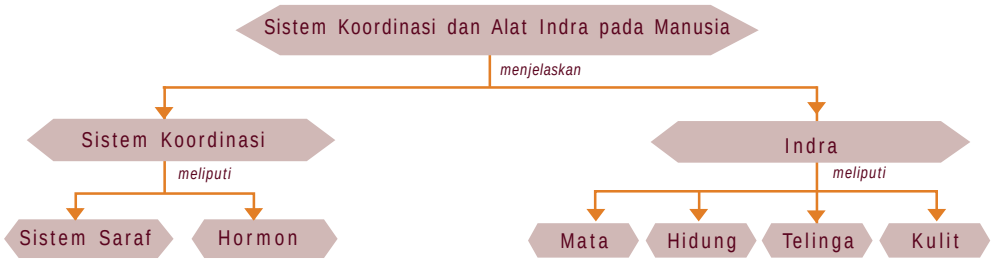
# Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia

Apakah yang akan kalian lakukan bila tiba-tiba ada cahaya matahari yang memantul melalui kaca spion dan mengenai mata kalian? Tentu kalian akan memberikan reaksi, ada yang memalingkan muka, ada yang menyempitkan kelopak mata, ada yang berusaha menghalangi cahaya dengan telapak tangan.

Reaksi yang kalian lakukan tersebut merupakan suatu kegiatan yang dikendalikan oleh suatu pengendali atau pengontrol di dalam tubuh, yang disebut sistem koordinasi. Kalian akan dikenalkan dengan sistem koordinasi sehingga nantinya kalian akan dapat mendeskripsikan sistem koordinasi, alat indra pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan. Tugas koordinasi tersebut dilakukan oleh hormon, saraf dan indra. Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi tersebut dapat berlangsung yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Sistem saraf
- Hormon
- Indra
- Neuron
- Saraf simpatik
- Saraf parasimpatik
- Gerak refleks

## A. Pendahuluan

Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.

### 1. Reseptor

Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra.

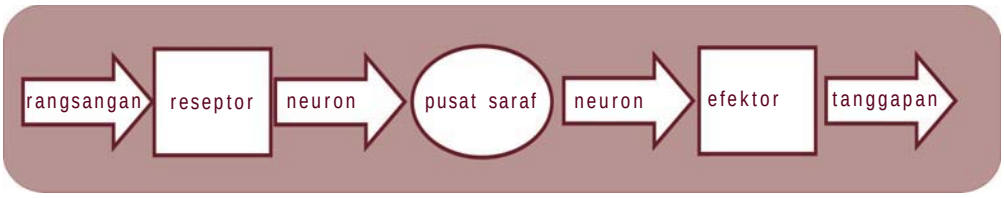
### 2. Konduktor

Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan. Bagian tersebut adalah sel-sel saraf (neuron) yang membentuk sistem saraf. Sel-sel saraf ini ada yang berfungsi membawa rangsangan ke pusat saraf ada juga yang membawa pesan dari pusat saraf.

### 3. Efektor

Efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin).

Keterkaitan ketiga komponen tersebut dapat kita buat skema sederhana seperti berikut.




Nah, dari skema di atas tampak jelas bahwa antara sistem saraf dan indra sangat erat kaitannya dalam sistem koordinasi.

Berikut ini akan kita bahas mengenai sistem saraf dan indra tersebut.

## B. Sistem Saraf

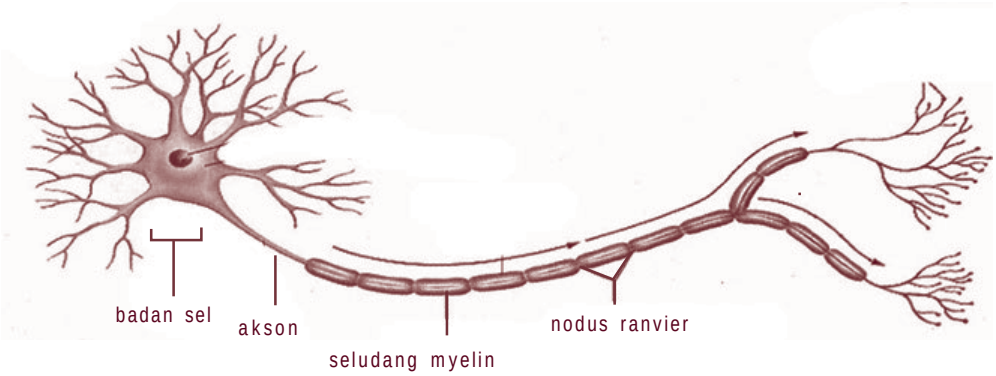
Sebagai sistem koordinasi, sistem saraf mempunyai fungsi:

1. Pengendalian kerja alat-alat tubuh agar bekerja serasi.
2. Alat komunikasi antara tubuh dengan lingkungan di luar tubuh, yang dilakukan oleh ujung saraf pada indra, dan lingkungan dalam tubuh.
3. Pusat kesadaran, kemauan, dan pikiran.

Untuk melaksanakan fungsi tersebut maka sistem saraf tersusun oleh berbagai organ, jaringan dan juga komponen terkecil yaitu sel.

### 1. Sel Saraf

Sistem saraf tersusun oleh komponen-komponen terkecil yaitu sel-sel saraf atau neuron. Neuron inilah yang berperan dalam menghantarkan impuls (rangsangan). Sebuah sel saraf terdiri tiga bagian utama yaitu badan sel, dendrit dan neurit (akson). Lihat Gambar 3.1




**Gambar 3.1** *Struktur sel saraf*
**Sumber:** *Encyclopedia*

#### a. *Badan sel*

Badan sel saraf mengandung inti sel dan sitoplasma. Di dalam sitoplasma terdapat mitokondria yang berfungsi sebagai penyedia energi untuk membawa rangsangan.

### b. Dendrit

Dendrit adalah serabut-serabut yang merupakan penjuluran sitoplasma. Pada umumnya sebuah neuron mempunyai banyak dendrit dan ukuran dendrit pendek. Dendrit berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.

### c. Neurit (akson)

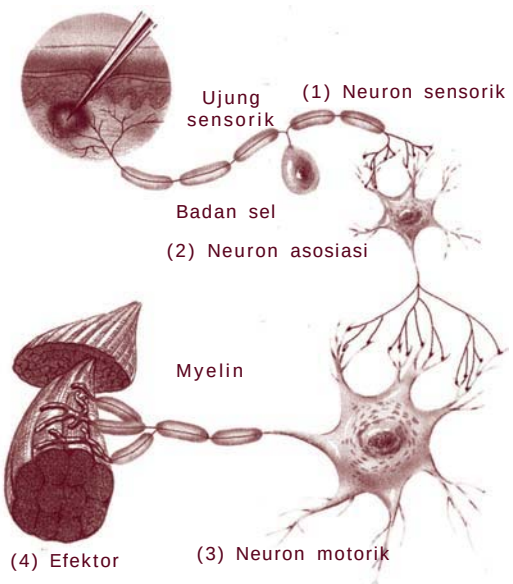
Neurit atau akson adalah serabut-serabut yang merupakan penjuluran sitoplasma yang panjang. Sebuah neuron memiliki satu akson. Neurit berfungsi untuk membawa rangsangan dari badan sel ke sel saraf lain. Neurit dibungkus oleh selubung lemak yang disebut myelin yang terdiri atas perluasan membran sel Schwann. Selubung ini berfungsi untuk isolator dan pemberi makan sel saraf.

Antara neuron satu dengan neuron satu dengan neuron berikutnya tidak bersambungan secara langsung tetapi membentuk celah yang sangat sempit. Celah antara ujung neurit suatu neuron dengan dendrit neuron lain tersebut dinamakan sinapsis (lihat Gambar 3.2). Pada bagian sinaps inilah suatu zat kimia yang disebut neurotransmiter (misalnya asetilkolin) menyeberang untuk membawa impuls dari ujung neurit suatu neuron ke dendrit neuron berikutnya.




**Gambar 3.2** *Sinapsis*
**Sumber:** *www.latercera.cl*

Berdasarkan bentuk dan fungsinya neuron dibedakan menjadi tiga macam yaitu:




**Gambar 3.3** *Neuron sensorik, neuron motorik, dan neuron konektor*
**Sumber:** *Biology Life on Earth*

### *a. Neuron sensorik*

Neuron sensorik adalah neuron yang membawa impuls dari reseptor (indra) ke pusat susunan saraf (otak dan sumsum tulang belakang).

### *b. Neuron motorik*

Neuron motorik adalah neuron yang membawa impuls dari pusat susunan saraf ke efektor (otot dan kelenjar).

### *c. Neuron konektor*

Neuron konektor adalah neuron yang membawa impuls dari neuron sensorik ke neuron motorik.

## 2. Jalan yang Dilalui Impuls

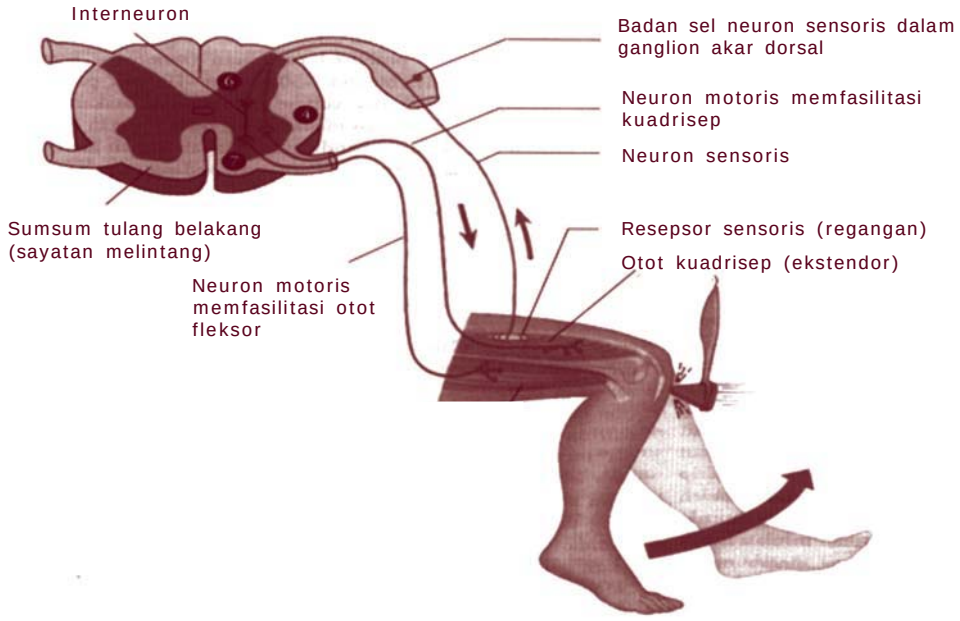
Pada umumnya kita menggerakkan bagian badan karena kemauan kita atau atas perintah otak. Menulis, membuka payung, mengambil makanan atau berjalan merupakan contoh gerak yang kita sadari, sehingga gerak semacam ini disebut gerak sadar.

Pada gerak sadar ini, gerakan tubuh dikoordinasi oleh otak. Rangsangan yang diterima oleh reseptor (indra) disampaikan ke otak melalui neuron sensorik. Di otak rangsangan tadi diartikan dan diputuskan apa yang akan dilakukan. Kemudian otak mengirimkan perintah ke efektor melalui neuron motorik. Otot (efektor) bergerak melaksanakan perintah otak. Secara ringkas lintasan/jalan gerak sadar tersebut dapat kita buat skema sebagai berikut.

Rangsangan ⇨ neuron sensorik ⇨ otak ⇨ neuron motorik gerak

Kadang-kadang bagian tubuh kita juga melakukan suatu gerakan yang terjadinya secara tiba-tiba tanpa disadari. Misalnya saat lutut kita diketuk/ dipukul pada bagian tendon (lihat Gambar 3.4). Akibatnya secara tidak sadar, kaki kita akan menyentak. Gerakan yang dilakukan oleh kaki tersebut terjadi secara tiba-tiba dan tidak diperintah oleh otak. Gerak semacam ini disebut gerak refleks. Secara ringkas lintasan gerak refleks dapat kita buat skema sebagai berikut.

**Rangsangan ⇨ neuron sensorik ⇨ sumsum tulang belakang ⇨ neuron motorik ⇨ gerak**




**Gambar 3.4** *Jalan yang dilalui impuls gerak refleks spinalis*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 203*

Tapi kalian harus tahu bahwa jalannya impuls gerak refleks ada dua macam yaitu lintasan refleks spinalis dan lintasan refleks cranialis. Lintasan refleks spinalis yaitu lintasan gerak refleks yang melalui sumsum tulang belakang. Contohnya gerakan mengangkat kaki secara tiba-tiba saat lutut kita dipukul. Sedangkan lintasan cranialis yaitu bila lintasan gerak refleks melalui otak, tetapi otak memberikan tanggapan secara langsung tanpa kesadaran manusia. Contoh gerak refleks yang melalui lintasan cranialis adalah gerak mengecilnya pupil mata apabila mata menerima cahaya yang terang.

Untuk mengetahui gerak refleks lakukan kegiatan berikut.

## Kegiatan 3.1

**Gerak Refleks**

**A. Tujuan**

Untuk mengetahui gerak refleks pada pupil mata.

**B. Alat dan Bahan**

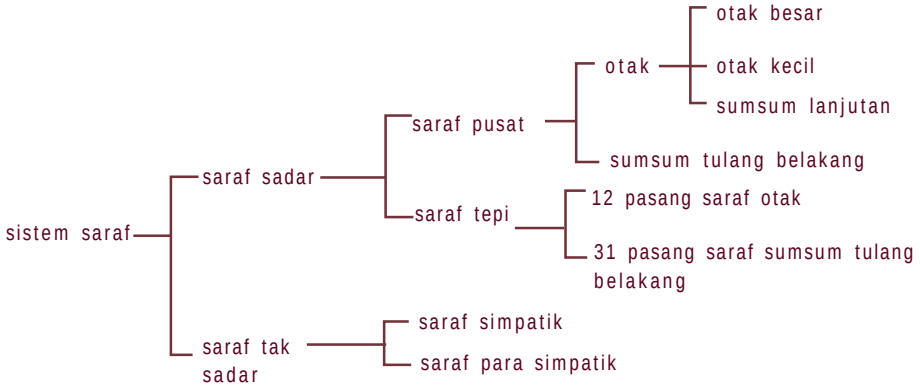
Lampu senter kecil

**C. Cara Kerja**

1. Perhatikan pupil mata teman kalian.
2. Tanpa memberitahukan kepadanya, arahkan nyala lampu senter ke mata teman kalian tersebut.
3. Amatilah perubahan yang terjadi pada pupil mata teman kalian.
4. Tanyakan kepada teman kalian tersebut, apakah dia menyadari perubahan yang terjadi pada pupil matanya.
5. Gambarkan pada kertas manila keadaan pupil teman kalian sebelum dan sesudah disinari.
6. Jelaskan hasil pengamatan kalian kepada teman di kelas kalian.

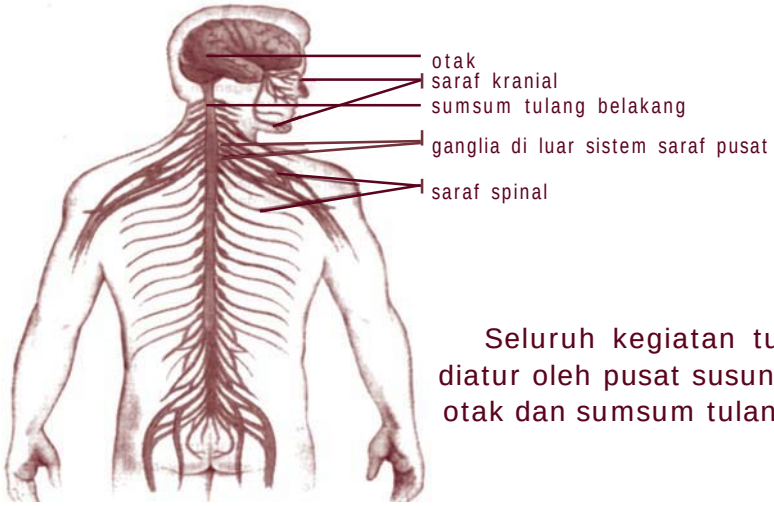
## 3. Susunan Saraf Manusia

Jutaan sel-sel saraf bergabung membentuk suatu sistem yang dinamakan sistem saraf. Sistem saraf manusia terdiri dari susunan saraf pusat dan susunan saraf tepi. Susunan saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang sedangkan susunan saraf tepi tersusun atas serabut-serabut saraf yang menuju ke susunan saraf pusat dan dari susunan saraf pusat ke seluruh tubuh. Perhatikan skema sistem saraf manusia berikut.




**Skema.** *Sistem saraf manusia*

## 4. Sistem Saraf Pusat




Seluruh kegiatan tubuh manusia diatur oleh pusat susunan saraf yaitu otak dan sumsum tulang belakang.

**Gambar 3.5** *Sistem saraf manusia*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 218*

### a. Otak




**Gambar 3.6** *Otak manusia*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004)*

Otak terletak di rongga tengkorak dan dibungkus oleh tiga lapis selaput kuat yang disebut meninges. Selaput paling luar disebut duramater, paling dalam adalah piamater dan yang tengah disebut arachnoid. Di antara ketiga selaput tersebut terdapat cairan serebrospinal yang berfungsi untuk mengurangi benturan atau goncangan. Peradangan yang terjadi pada selaput ini dinamakan meningitis. Penyebabnya bisa karena infeksi virus.

Otak manusia terbagi menjadi tiga bagian yaitu otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan batang otak.

*1) Otak besar (cerebrum)*

Otak besar manusia terletak di dalam tulang tengkorak. Otak besar memiliki permukaan yang berlipat-lipat dan terbagi atas dua belahan. Belahan otak kiri melayani tubuh sebelah kanan dan belahan otak kanan melayani tubuh sebelah kiri.

Otak besar terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar berwarna kelabu disebut korteks, berisi badan-badan sel saraf. Lapisan dalam berwarna putih berisi serabut-serabut saraf.

Otak besar berfungsi sebagai pusat kegiatan-kegiatan yang disadari seperti berpikir, mengingat, berbicara, melihat, mendengar, dan bergerak.

*2) Otak kecil (cerebellum)*

Otak kecil terletak di bawah otak besar bagian belakang. Susunan otak kecil seperti otak besar. Terdiri atas belahan kanan dan kiri serta terbagi menjadi dua lapis. Lapisan luar berwarna kelabu dan bagian dalam berwarna putih. Belahan kanan dan kiri otak kecil dihubungkan oleh jembatan Varol.

Otak kecil berfungsi untuk mengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasi kerja otot-otot ketika kita bergerak.

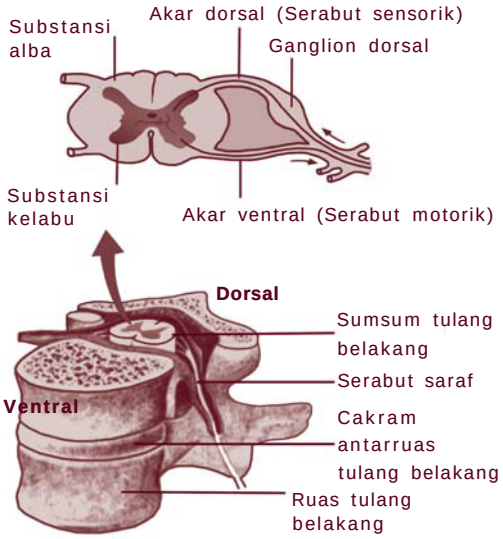
*3) Sumsum lanjutan*

Sumsum lanjutan membentuk bagian bawah batang otak serta menghubungkan pons Varoli dengan sumsum tulang belakang. Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai:

a) pusat pengendali pernapasan,
b) menyempitkan pembuluh darah,
c) mengatur denyut jantung,
d) mengatur suhu tubuh.

### *b. Sumsum tulang belakang (medulla spinalis)*

Sumsum tulang belakang terdapat memanjang di dalam rongga tulang belakang, mulai dari ruas-ruas tulang leher sampai ruas tulang pinggang ke dua. Sumsum tulang belakang juga dibungkus oleh selaput meninges.




**Gambar 3.7** *Diagram penampang melintang sumsum tulang belakang*

Bila diamati secara melintang, sumsum tulang belakang bagian luar tampak berwarna putih (substansi alba) dan bagian dalam yang berbentuk seperti kupu-kupu, berwarna kelabu (substansi grissea). Pada bagian yang berwarna putih banyak mengandung akson (neurit) yang diselimuti myelin. Bagian ini untuk menghantarkan impuls menuju otak dan dari otak menuju efektor. Bagian yang berwarna kelabu mengandung serabut saraf yang tidak ada myelinnya. Bagian ini dibedakan dua yaitu akar dorsal atau akar posterior dan akar ventral atau akar anterior. Akar dorsal mengandung neuron sensorik dan akar ventral mengandung neuron motorik.

Sumsum tulang belakang berfungsi untuk:

a) menghantarkan impuls dari dan ke otak,
b) memberi kemungkinan jalan terpendek gerak refleks.

## 5. Susunan Saraf Tepi

Susunan saraf tepi tersusun atas serabut-serabut saraf dari dan ke pusat susunan saraf. Susunan saraf tepi berupa 12 pasang serabut saraf dari otak dan 31 pasang serabut saraf dari sumsum tulang belakang.

### *a. Saraf otak (saraf cranial)*

Saraf otak terdapat pada bagian kepala yang keluar dari otak dan melewati lubang yang terdapat pada tulang tengkorak. Urat saraf ini berjumlah 12 pasang, berhubungan erat dengan otot mata, telinga, hidung, lidah dan kulit. Kedua belas pasang urat saraf otak tersebut secara ringkas tercantum dalam Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Sifat dan Fungsi Saraf Otak**

| Urutan Saraf | Saraf dan Fungsi | Nama Saraf | Sifat Saraf |
|---|---|---|---|
| I | Nervus olfactorius | Sensorik | Hidung, sebagai alat penciuman |
| II | Nervus optikus | Sensorik | Bolamata, untuk penglihatan |
| III | Nervus okulomotoris | Motorik | Penggerak bola mata dan mengangkat kelopak mata |
| IV | Nervus troklearis | Motorik | Mata, memutar mata dan penggerak bola mata |
| V | Nervus trigeminus | Motorik dan sensorik | - |
| | - N. Oftalmikus | Motorik dan sensorik | Kulit kepala dan kelopak mata atas |
| | - N. Maksilaris | Sensorik | Rahang atas, palatum dan hidung |
| | N. Mandibularis | Motorik dan sensorik | Rahang bawah dan lidah |
| VI | Nervus abdusen | Motorik | Mata, penggoyang sisi mata |
| VII | Nervus fasialis | Motorik dan sensorik | Otot lidah, menggerakkan lidah dan selaput lendir rongga mulut |
| VIII | Nervus auditorius | Sensorik | Telinga, rangsangan pendengaran |
| IX | Nervus gloso-faringeis | Sensorik dan motorik | Faring, tonsil dan lidah, rangsangan cita rasa |
| X | Nervus vagus | Sensorik dan motorik | Jantung, lambung, usus halus, laring |
| XI | Nervus asesorius | Motorik | Leher, otot leher |
| XII | Nervus hipoglosus | Motorik | Lidah, cita rasa, dan otot lidah |

**Sumber:** *Anatomi Fisiologi untuk Siswa Perawat*

Dari kedua belas saraf otak tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 macam yaitu:

1) saraf sensorik : saraf nomor I, II, VIII
2) saraf motorik : saraf nomor III, IV, VI, XI, XII
3) saraf gabungan sensorik dan motorik : saraf nomor V, VII, IX, dan X

Ada saraf yang memiliki jangkauan fungsi sangat luas yaitu saraf nomor X (saraf vagus). Sehingga disebut saraf pengembara. Sifat kerja saraf vagus seperti saraf parasimpatik.

***b. Saraf sumsum tulang belakang (saraf spinal)***

Saraf sumsum tulang belakang berjumlah 31 pasang yang keluar dari:

1) Ruas-ruas tulang leher : 8 pasang
2) Ruas-ruas tulang punggung : 12 pasang
3) Ruas-ruas tulang pinggang : 5 pasang
4) Ruas-ruas tulang kelangkang : 5 pasang
5) Ruas-ruas tulang ekor : 1 pasang

Semua saraf sumsum tulang belakang bersifat campuran artinya saraf ini untuk meneruskan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat juga meneruskan impuls dari sistem saraf pusat ke semua otot rangka tubuh. Semua neuron sensorik masuk ke sumsum tulang belakang melalui akar dorsal dan neuron motorik keluar dari sumsum tulang belakang melalui akar ventral.

## 6. Sistem Saraf Tak Sadar (Saraf Autonom)

Sistem saraf autonom merupakan bagian dari susunan saraf tepi yang bekerjanya tidak dapat disadari dan bekerja secara otomatis. Sistem saraf autonom mengendalikan kegiatan organ-organ dalam seperti otot perut, pembuluh darah, jantung dan alat-alat reproduksi.

Menurut fungsinya, saraf autonom terdiri atas dua macam yaitu:

a. Sistem saraf simpatik
b. Sistem saraf parasimpatik

Sistem saraf simpatik terdiri atas 25 pasang ganglion yang berasal dari:

1) Ruas tulang belakang : 3 pasang
2) Ruas tulang punggung : 11 pasang
3) Ruas tulang pinggang : 4 pasang
4) Ruas tulang kelangkang : 4 pasang
5) Ruas tulang ekor : 3 pasang

Dari ganglion-ganglion tersebut keluar serabut saraf yang mengendalikan kerja organ seperti jantung, pembuluh darah, kelenjar keringat dan semua alat dalam. Serabut saraf dari sistem saraf parasimpatik juga menuju organ-organ yang dikendalikan oleh saraf simpatik.

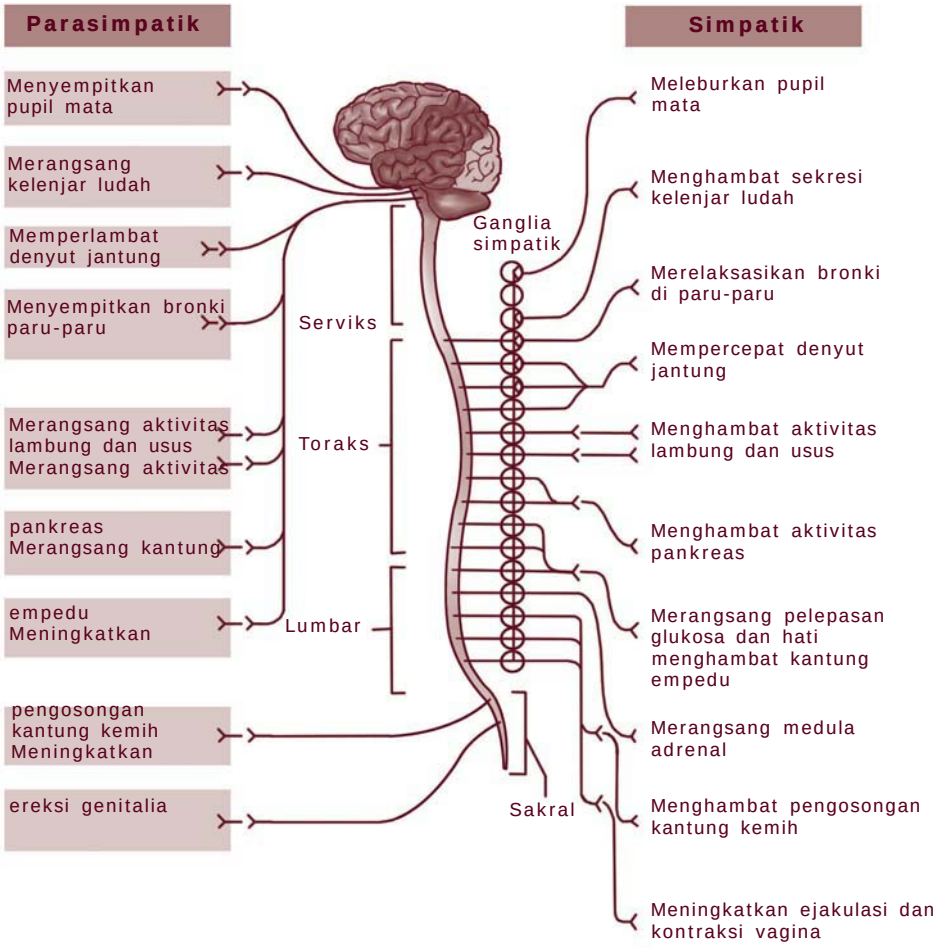
Sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik bekerja secara antagonis (berlawanan) dalam mengendalikan kerja suatu organ. Organ atau kelenjar yang dikendalikan oleh sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik disebut sistem pengendalian ganda. Apabila suatu organ menjadi aktif karena rangsangan saraf simpatik, maka di lain pihak akan dilambatkan atau dihentikan oleh saraf parasimpatik.

## Info **MEDIA**

*Dalam keadaan tidak terangsang, suatu serabut saraf bermuatan listrik positif di bagian luar, dan negatif di bagian dalam. Jika ada suatu rangsang, rangsangan tersebut akan membangkitkan suatu impuls yang diteruskan sepanjang serabut saraf. Selama perjalanan melalui serabut saraf, impuls saraf akan menyebabkan depolarisasi serabut yang dilaluinya.*

*Setelah impuls melalui suatu tempat, tempat tersebut segera akan terpolarisasi kembali seperti semula. Serabut yang dilapisi mielin dapat meneruskan impuls dengan kecepatan 100 meter per detik, sedangkan serabut yang tidak dilapisi mielin hanya meneruskan impuls dengan kecepatan 25 meter per detik.*

Perhatikan perbandingan pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik pada Gambar 3.9.




**Gambar 3.8** *Sistem saraf simpatik dan parasimpatik*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 220*

Untuk memahami lebih banyak pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik, isilah tabel pada Kegiatan 3.2 berikut ini dengan pengaruh yang ditimbulkan kerja kedua saraf tersebut.

## Kegiatan 3.2

**Sistem Saraf Simpatik dan Parasimpatik**

**Tabel 3.2 Pengaruh Saraf Simpatik dan Parasimpatik terhadap Aktivitas Organ**

| No. | Aktivitas Organ atau Kelenjar | Pengaruh yang Ditimbulkan oleh: | |
|---|---|---|---|
| | | Saraf Simpatik | Saraf Parasimpatik |
| 1. | Denyut jantung | | |
| 2. | Pembuluh darah | | |
| 3. | Pupil mata | | |
| 4. | Tekanan darah | | |
| 5. | Kelenjar ludah | | |
| 6. | Peristaltik lambung | | |
| 7. | Kandung kemih | | |
| 8. | Bronkus | | |
| 9. | Alat reproduksi | | |
| 10. | Pernapasan | | |

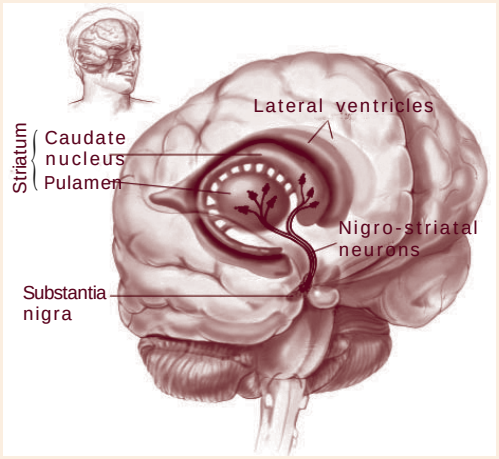
**Pertanyaan**

1. Sebutkan aktivitas organ tubuh atau kelenjar yang dihambat oleh kerja saraf simpatik!
2. Sebutkan juga aktivitas organ tubuh atau kelenjar yang dipacu oleh kerja saraf simpatik!
3. Sebutkan aktivitas organ tubuh yang dihambat oleh kerja saraf parasimpatik!
4. Sebutkan juga aktivitas organ yang dipacu/digiatkan oleh saraf parasimpatik!
5. Apakah kesimpulan kalian tentang kerja saraf simpatik dan parasimpatik?

## Info **MEDIA**

***Apakah Penyakit Parkinson Itu?***

*Kerusakan yang terjadi pada kumpulan sel-sel saraf di bagian bawah otak besar akan menyebabkan gerakan-gerakan yang tidak perlu pada bagian-bagian anggota tubuh. Misalnya, otot-otot pada lengan yang kadang-kadang kontraksi dan relaksasi sehingga tangan menjadi bergetar atau tremor. Kerusakan itu juga dapat menyebabkan kontraksi yang berkelanjutan pada otot bagian tubuh yang lain, misalnya pada otot wajah, yang menyebabkan wajah menjadi kaku, sehingga kelihatan seperti topeng. Keadaan seperti inilah yang disebut penyakit Parkinson. Penyakit Parkinson tidak menyerang batang otak, sehingga penglihatan, pendengaran, dan kecerdasan penderita tidak terganggu.*




## C. Sistem Indra

Di bagian awal pokok bahasan ini sudah disinggung bahwa indra berperan sebagai reseptor, yaitu bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Ada lima macam indra yang berfungsi sebagai penerima rangsangan yaitu:

1. Mata, sebagai penerima rangsang cahaya (fotoreseptor).
2. Telinga, sebagai penerima rangsang getaran bunyi (fonoreseptor) dan tempat beradanya indra keseimbangan (statoreseptor).
3. Hidung, sebagai penerima rangsang bau berupa gas (kemoreseptor).
4. Lidah, sebagai penerima rangsang zat yang terlarut (kemoreseptor).
5. Kulit, sebagai penerima rangsang sentuhan (tangoreseptor) dan suhu (temperatur).

Tiap indra akan berfungsi dengan sempurna apabila:

1. Indra tersebut secara anatomi tidak ada kelainan.
2. Bagian untuk penerima rangsang bekerja dengan baik.
3. Saraf-saraf yang membawa rangsang dari dan ke otak bekerja baik.
4. Pusat pengolahan rangsang di otak bekerja baik.

Bila salah satu dari bagian tersebut rusak atau terganggu, maka hubungan dengan dunia luar akan terganggu juga.

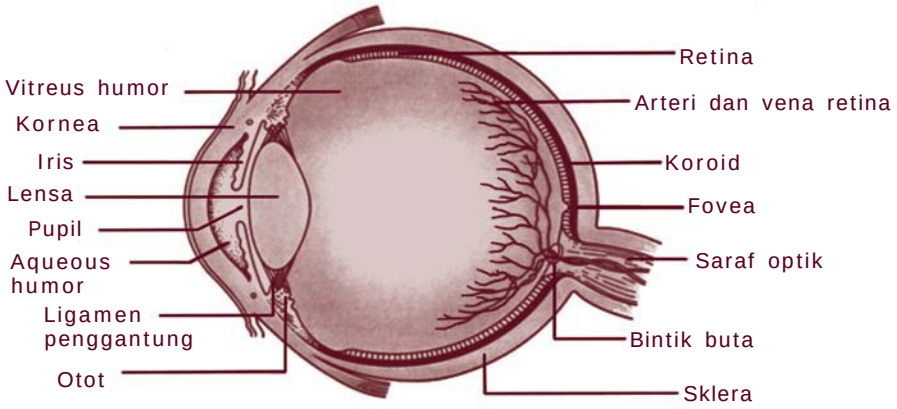
## 1. Mata

Mata berfungsi untuk menerima rangsang berupa cahaya, karena di dalamnya terdapat reseptor penerima cahaya yang disebut fotoreseptor.

Mata terletak di dalam rongga mata yang dilindungi oleh tulang-tulang tengkorak.

Selain itu mata juga dilindungi oleh:

*a.* *Kelopak mata*, berupa kulit tipis yang berfungsi untuk melindungi mata dari debu atau sentuhan benda.
*b.* *Bulu mata*, untuk melindungi mata dari cahaya yang terlalu menyilaukan.
*c.* *Alis*, untuk melindungi mata dari aliran keringat dan air hujan.
*d.* *Air mata* yang dihasilkan oleh kelenjar air mata, untuk menjaga kelembapan mata dan membersihkan mata dari debu dan bakteri.




**Gambar 3.9** *Bagian-bagian mata*

Mata manusia berbentuk agak bulat dengan garis tengah kurang lebih 2,5 sentimeter. Mata tersebut terdiri atas tiga lapisan jaringan yaitu:

### a. Lapisan sklera atau selaput putih

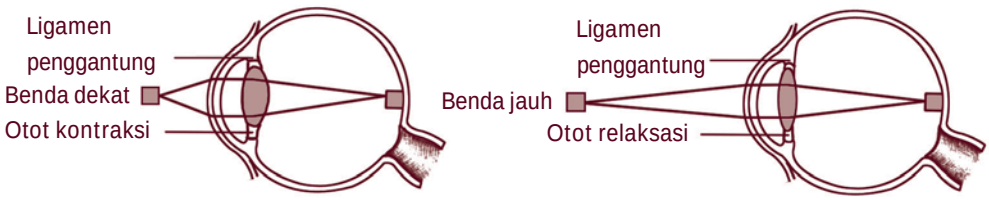
Merupakan lapisan paling luar, sangat kuat. Lapisan ini berwarna putih sehingga sering disebut lapisan putih mata. Di bagian depan lapisan ini membentuk kornea yang bening, untuk menerima cahaya masuk ke dalam mata. Kornea ini selalu basah oleh air mata yang dihasilkan oleh kelenjar air mata.

### b. Lapisan koroid atau selaput hitam

Merupakan lapisan di bawah sklera dan lapisan tengah bola mata. Bagian ini banyak mengandung melanin dan pembuluh darah. Berfungsi untuk menghentikan refleksi cahaya yang menyimpang di dalam mata.

Di bagian depan mata, koroid membentuk iris. Iris ini mengandung pigmen hitam, biru, hijau atau coklat, sehingga dapat sebagai penentu warna mata. Di bagian tengah iris terdapat pupil yang merupakan celah (bukaan), untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk mata.

Di belakang iris terdapat lensa mata berbentuk cembung di kedua sisi yang diikat oleh ligamen suspensori. Mencembung atau memipihnya lensa menyebabkan mata berakomodasi. Lihat Gambar 3.10 yang memperlihatkan perubahan lensa mata.



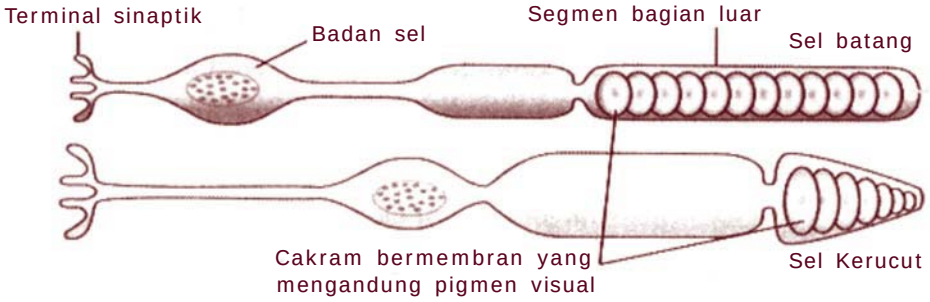

a. Mata melihat benda dekat b. Mata melihat benda jauh

**Gambar 3.10** *Bentuk lensa mata saat melihat benda dekat dan jauh*

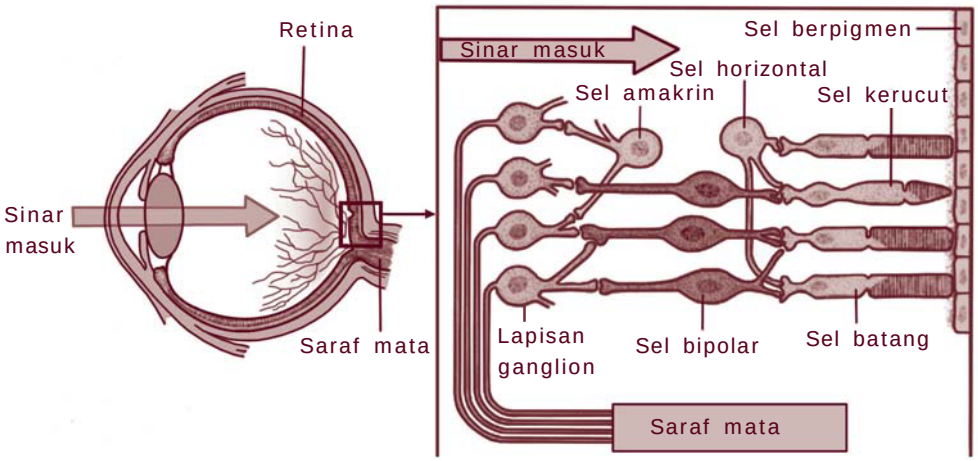
### c. *Retina atau selaput pelangi*

Retina adalah lapisan mata paling dalam. Pada lapisan ini terdapat bagian yang paling peka terhadap cahaya yaitu bintik kuning (fovea). Selain itu pada retina juga terdapat bintik buta, yaitu tempat keluarnya saraf mata.

Pada retina tersusun kurang lebih 125 juta sel-sel batang (sel basilus) yang mampu menerima rangsang cahaya tidak berwarna dan untuk melihat pada keadaan cahaya redup. Selain sel batang, pada retina juga terdapat kurang lebih 7 juta sel kerucut (sel konus) yang berfungsi menerima rangsang cahaya kuat dan berwarna. Sel kerucut lebih banyak terdapat pada bagian bintik kuning (fovea centralis). Jadi bila ingin melihat suatu benda dengan jelas, maka bayangan harus jatuh di bagian ini.




**Gambar 3.11** *Skema sel kerucut dan sel batang*




**Gambar 3.12** *Kedudukan sel kerucut dan sel batang pada retina*

Di retina juga dijumpai daerah yang sama sekali tidak mengandung sel batang ataupun sel kerucut. Bagian ini disebut bintik buta. Bila cahaya jatuh di daerah ini, kita tidak bisa melihat apa-apa

Untuk memahami fungsi bagian-bagian mata, coba kalian isi Tabel 3.3 kegiatan berikut.

## Kegiatan 3.3

**Tabel 3.3 Fungsi Bagian-bagian Mata**

| No. | Bagian Mata | Fungsi |
|---|---|---|
| 1. | Kornea | |
| 2. | Iris dan pupil | |
| 3. | Lensa | |
| 4. | Retina | |
| 5. | Bintik buta | |
| 6. | Selaput hitam | |
| 7. | Kelopak mata | |
| 8. | Bulu mata | |
| 9. | Air mata | |
| 10. | Aqueous humor | |

Suatu benda dapat dilihat oleh mata, bila benda tersebut memantulkan cahaya. Cahaya yang dipantulkan oleh benda masuk ke mata melalui kornea dan diteruskan ke lensa melalui pupil. Oleh lensa, cahaya tersebut dibiaskan dan difokuskan di retina sehingga membentuk bayangan kecil dan terbalik pada retina. Tetapi oleh otak bayangan tersebut diartikan seperti gambar yang kita lihat.

**Proses melihat dapat dijelaskan sebagai berikut.**

**Cahaya dipantulkan oleh benda → ditangkap oleh kornea → melewati pupil → lensa → aqueos humor → retina → bayangan → otak → kesan melihat**

Bayangan benda yang jatuh pada bintik buta tidak akan terlihat. Untuk mengetahui adanya bintik buta tersebut, lakukan kegiatan berikut.

## Kegiatan 3.4

### Menentukan Bintik Buta

**A. Tujuan**

Mengetahui adanya bintik buta pada mata

**B. Alat dan Bahan**

Meja, Bolpoint warna hitam dan merah (dapat diganti warna lain), Mistar.

**C. Cara Kerja**

1. Bekerjalah secara berkelompok beranggotakan tiga siswa.
2. Suruh teman kalian menempatkan bolpoint warna merah dan hitam berimpit pada tepi meja dengan ujung di atas. Warna merah di tangan kanan dan hitam di tangan kiri.
3. Tutup mata kanan kalian dengan telapak tangan. Arahkan pandangan mata kiri kalian pada ujung bolpoint warna hitam. Jangan melirik balpoin warna merah.
4. Suruh teman kalian menggeser bolpoint warna merah ke arah kanan secara perlahan-lahan. Apa yang terjadi?
   Saat ujung bolpoint warna merah di tangan kanan teman kalian tidak tampak, kalian telah menemukan bintik buta mata kiri.
5. Lakukan kegiatan yang sama pada mata kanan.
6. Ukurlah jarak ujung bolpoint tersebut mulai tidak tampak dari tempat semula.
7. Ulangi masing-masing mata sebanyak tiga kali.
8. Catatlah dalam tabel.
9. Lakukan juga terhadap teman yang lain.

**D. Tabel Pengamatan**

| Nama | Jarak Ujung Bolpoint Merah Mulai Tidak Tampak (cm) | | | | Jarak Ujung Bolpoint Hitam Mulai Tidak Tampak (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | Rata-rata | I | II | III | Rata-rata |
| | | | | | | | | |

**E. Pertanyaan**

1. Bagaimanakah jarak bolpoint merah dan hitam mulai tidak tampak?
2. Samakah jarak bolpoint mulai tidak tampak antara siswa satu dengan yang lain?
3. Apakah kesimpulan kalian tentang bintik buta dari percobaan ini?

## 2. Telinga

Telinga merupakan tempat beradanya indra pendengaran dan keseimbangan. Telinga manusia terdiri atas tiga bagian yaitu telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam.

### *a. Telinga luar*

Telinga luar terdiri atas:

1) Daun telinga, berfungsi untuk menampung atau mengumpulkan gelombang bunyi.
2) Liang telinga (saluran auditori), berfungsi untuk menyalurkan gelombang bunyi ke selaput gendang telinga. Liang telinga panjangnya kurang lebih 2,5 sentimeter. Di sepanjang dinding liang telinga terdapat rambut halus, kelenjar minyak dan kelenjar keringat, yang berfungsi menghalangi debu dan air yang masuk.
3) Selaput gendang telinga (membran tymphani), yang membatasi telinga luar dan telinga tengah. Berfungsi untuk menangkap getaran.

### *b. Telinga tengah*

Telinga bagian tengah terdiri atas:

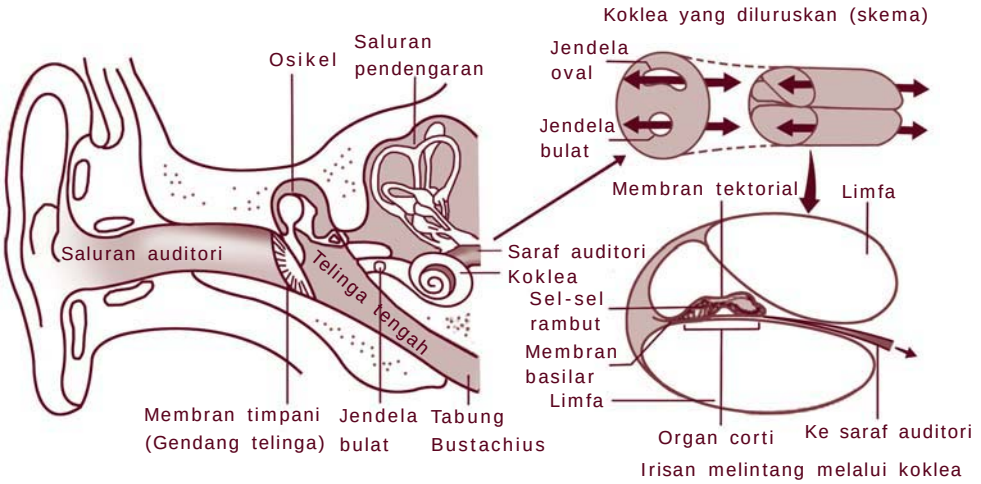
1) Tulang-tulang pendengaran (osikel), yaitu berupa tiga tulang kecil yang bersambung dari selaput gendang telinga menuju telinga dalam. Ketiga tulang tersebut adalah tulang martil (malleus), yang letaknya paling luar berhubungan dengan selaput gendang telinga. Berikutnya adalah tulang landasan (inkus) yang menghubungkan martil dan sanggurdi. Tulang paling dalam adalah tulang sanggurdi (stapes), yang melekat dengan saluran rumah siput pada tingkap jorong.

2) Saluran Eustachius, yaitu saluran sempit yang menghubungkan telinga tengah dengan bagian belakang tenggorokan. Saluran ini terbuka saat kita mengunyah, menguap, bersin atau membuka mulut. Fungsi saluran ini adalah untuk memasukkan udara ke rongga telinga tengah sehingga tekanan udara di kedua gendang telinga sama dengan udara di luar tubuh.

### *c. Telinga dalam*

Telinga bagian dalam terdiri atas:

1) Tingkap jorong dan tingkap bulat, merupakan membran yang terdapat pada pangkal saluran rumah siput (kokhlea). Tingkap jorong merupakan membran berbentuk oval yang berhubungan dengan tulang sanggurdi. Sedangkan tingkap bundar merupakan membran berbentuk bundar/ bulat. Tingkap berfungsi untuk menyalurkan getaran ke telinga dalam dan tingkap bulat sebagai penyeimbang getaran.
2) Saluran rumah siput (kokhlea), yaitu saluran berbentuk spiral menyerupai rumah siput. Di dalam kokhlea ( di bagian tengah) terdapat organ corti, yang berisi ribuan "sel rambut" yang peka terhadap getaran. Impuls yang timbul di dalam sel rambut tersebut diteruskan oleh saraf auditori ke otak (lihat Gambar 3.13).



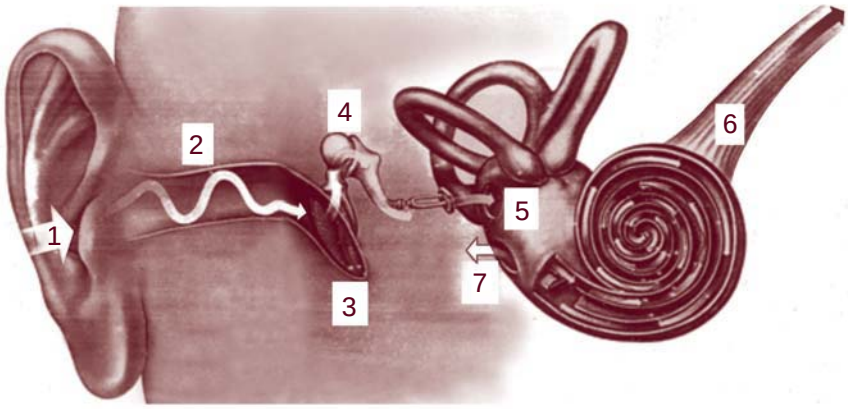

**Gambar 3.13** *Bagian-bagian telinga manusia*
**Sumber:** *Biologi 2*

3) Tiga saluran setengah lingkaran (kanalis semi sirkularis), yaitu tiga buah saluran setengah lingkaran yang satu dengan yang lain membentuk sudut 90°. Pada ujung setiap saluran terdapat penebalan (menggelembung) yang disebut ampulla dan bergabung dengan utrikulus dan sakulus.

Bagaimanakah kita dapat mendengar suatu bunyi? Kita dapat mendengar suatu bunyi pada dasarnya dengan urutan sebagai berikut (lihat Gambar 3.15).

1) Gelombang bunyi diterima daun telinga.
2) Gelombang bunyi disalurkan masuk oleh liang telinga.
3) Gelombang bunyi menggetarkan gendang telinga.
4) Getaran tersebut diteruskan oleh tulang-tulang. pendengaran (osikel).
5) Getaran diteruskan ke tingkat jorong dan menggetarkan cairan limfe di dalam kokhlea.
6) Getaran cairan limfe di dalam kokhlea menggerakkan sel reseptor organ korti, yang menghasilkan impuls untuk dihantarkan oleh saraf pendengar ke otak untuk diartikan.
7) Getaran cairan limfe juga menggerakkan tingkap bulat bergerak keluar masuk untuk mengatur tekanan udara di dalam agar seimbang dengan tekanan di luar.

Bunyi yang didengar manusia adalan bila bunyi tersebut mempunyai frekuensi 20 - 20 000 getaran/ detik (Hz).



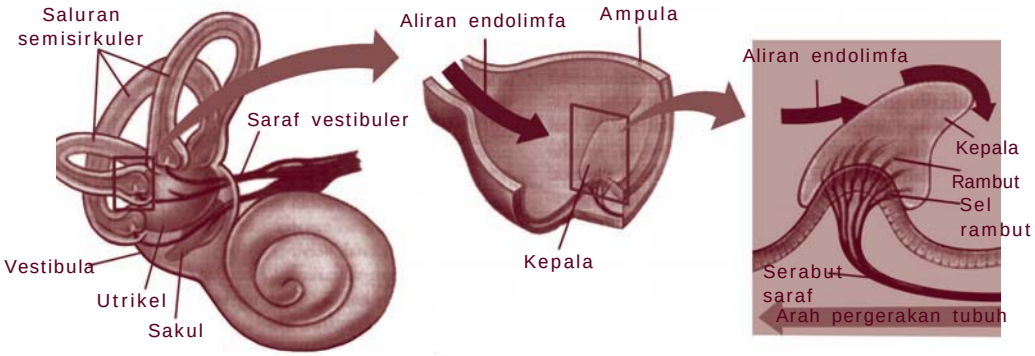

**Gambar 3.14** *Jalan gelombang bunyi dalam telinga*
**Sumber:** *Memahami dunia tersembunyi; Panca Indra*

Selain sebagai indra pendengaran, telinga juga sebagai indra keseimbangan. Fungsi keseimbangan ini terdapat pada telinga dalam yang dilaksanakan oleh tiga saluran setengah lingkaran utrikulus dan sakulus. Dengan adanya tiga organ tersebut maka telinga bagian dalam dapat mendeteksi:

1) Posisi tubuh yang berhubungan dengan gravitasi (keseimbangan statis) yang dilakukan oleh utrikulus dan sakulus.
2) Gerakan tubuh (keseimbangan dinamis) yang dilakukan oleh tiga saluran setengah lingkaran.

Pada ujung setiap saluran setengah lingkaran terdapat struktur yang disebut ampulla. Di dalamnya terdapat reseptor menyerupai rambut yang berhubungan dengan serabut saraf otak. Sel-sel yang menyerupai rambut tersebut menghadap ke bagian yang berbentuk jeli (lihat Gambar 3.15). Dengan adanya gerakan tubuh (kepala), maka cairan yang ada di dalam saluran setengah lingkaran bergerak dan merangsang sel reseptor seperti rambut tersebut. Oleh sel reseptor gerakan tersebut diubah menjadi impuls dan diteruskan ke otak dan otak memerintah otot menjaga keseimbangan tubuh.

Sedangkan di utrikulus dan sakulus terdapat batu kecil yang disebut otolith. Batu tersebut merangsang dengan cara menekan sel reseptor serta bereaksi terhadap gravitasi. Otak akan dapat menentukan posisi kepala dari gerakannya.

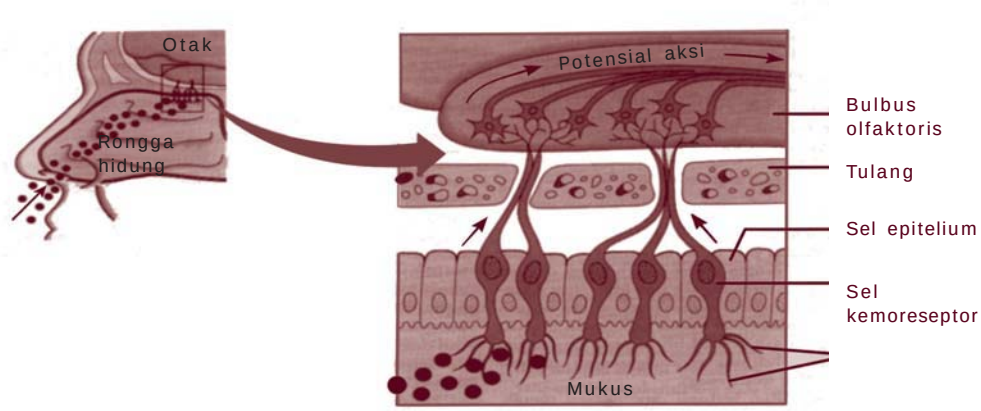



**Gambar 3.15** *Reseptor-reseptor pada saluran setengah lingkaran, sakulus dan utrikulus.*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 247*

## 3. Hidung

Hidung manusia merupakan organ tempat beradanya reseptor pembau (khemoreseptor). Maka dengan organ ini kita dapat mengetahui berbagai macam bau. Bahkan hanya dengan mambau saja kita dapat mengetahui nama benda tanpa harus melihatnya.

Sel-sel reseptor yang berfungsi untuk menerima rangsangan zat kimia berupa uap terletak di rongga hidung bagian atas (lihat Gambar 3.16). Daerah ini memiliki ukuran sekitar 250 $mm^2$. Sel-sel reseptor ini mempunyai rambut-rambut halus (silia) di ujungnya dan diliputi selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembap. Dari sel-sel reseptor ini rangsang dibawa oleh serabut saraf menuju pusat pembau di otak.




**Gambar 3.16** *Skema sel-sel penerima rangsang bau*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 251*

Kita dapat membau suatu zat karena zat yang berupa uap tersebut masuk ke rongga hidung sewaktu kita menarik napas. Zat tersebut akan dilarutkan pada selaput lendir dan merangsang sel-sel reseptor, kemudian dibawa oleh saraf pembau ke otak sehingga kita dapat mengetahui bau tersebut.

**Proses membau dapat dijelaskan sebagai berikut.**

Bau di udara pernapasan → masuk rongga hidung → larut dalam selaput lendir → diterima saraf pembau → menuju otak → terjadi kesan bau.

## 4. Lidah

Lidah merupakan tempat beradanya indra pengecap (khemoreseptor). Zat yang dapat dikecap adalah zat-zat kimia berupa larutan. Pada saat kita mengecap makanan, rasa yang timbul sebenarnya adalah perpaduan antara rasa dan bau. Oleh karena itu indra pengecap erat kaitannya dengan indra pembau.

Lidah terbentuk oleh jaringan otot yang ditutupi oleh selaput lendir yang selalu basah dan berwarna merah jambu. Di dalam mulut, permukaan lidah terasa halus dan licin. Coba kalian perhatikan lidah kalian di cermin, maka akan tampak tonjolan-tonjolan kecil di permukaan lidah. Tonjolan kecil itu disebut papila. Ada tiga jenis papila yang ada di permukaan lidah yaitu:

a. Papila sirkumvalata, yang berbentuk cincin. Papila ini terdapat di pangkal lidah, berjajar membentuk huruf V.
b. Papila fungiformis, yang berbentuk seperti jamur. Papila ini menyebar di permukaan ujung dan sisi lidah.
c. Papila filiformis, yang berbentuk seperti rambut. Papila ini merupakan papila terbanyak. Papila ini lebih banyak berfungsi sebagai perasa sentuhan daripada pengecap.

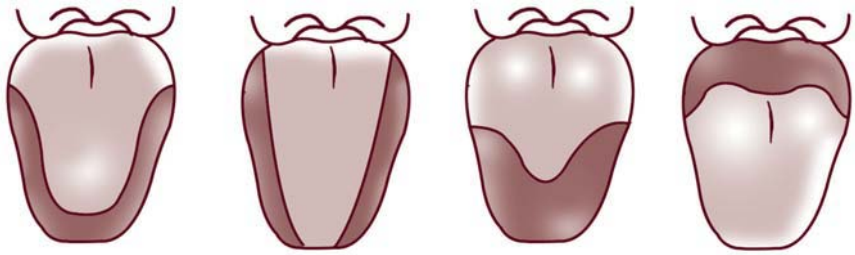
Pada papila-papila inilah terdapat kuncup pengecap yang merupakan kumpulan ujung-ujung saraf pengecap dan oleh serabut-serabut saraf dihubungkan dengan otak.

Suatu zat dapat dirasakan oleh lidah bila zat tersebut berupa larutan. Larutan tersebut kemudian memenuhi parit-parit di sekitar papila-papila. Karena pada papila tersebut terdapat kuncup-kuncup pengecap, maka zat yang mengisi parit tersebut merangsang kuncup pengecap. Rangsangan ini diteruskan oleh serabut saraf menuju ke otak untuk diartikan.

Kuncup-kuncup pengecap dapat membedakan empat rasa pokok yaitu asam, pahit, manis dan asin. Namun terkadang kita juga dapat merasakan lebih dari empat rasa tersebut. Hal ini terjadi karena melibatkan faktor-faktor lain yaitu:

a. Kombinasi keempat rasa utama tersebut menghasilkan rasa baru.
b. Peranan reseptor-reseptor pencium, suhu dan sentuhan.

Keempat rasa tersebut di atas, dirasakan oleh kuncup-kuncup pengecap yang berbeda dan kuncup-kuncup tersebut berkumpul pada bagian tertentu di permukaan lidah (lihat Gambar 3.17). Namun tiap orang mempunyai variasi keluasan daerah penyebaran rasa tersebut.




**Gambar 3.17** *Penyebaran daerah rasa pada permukaan lidah*
**Sumber:** *Biologi 2*

Untuk mengetahui bagian-bagian mana dari lidah yang peka terhadap rasa manis, asin, pahit dan asam, lakukan kegiatan berikut.

## Kegiatan 3.5

### Daerah Kepekaan Lidah

**A. Tujuan**

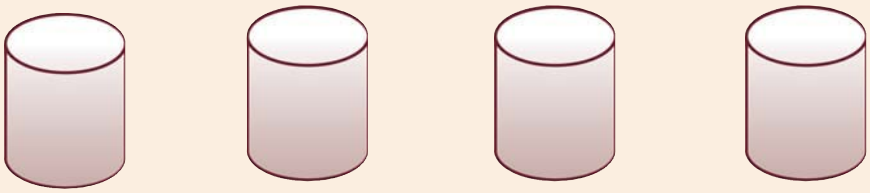
Mengenal daerah-daerah pada lidah yang paling peka terhadap rasa manis, asam, pahit dan asam.

**B. Alat dan Bahan**

1. 4 gelas
2. Larutan gula
3. Larutan asam cuka encer
4. Larutan garam dapur
5. Larutan pil kina (dapat diganti larutan pahit yang lain)
6. *Cotton bud* atau kapas bertangkai
7. Kertas hisap atau tisu
8. Saputangan besar
9. Air masak secukupnya untuk berkumur

**C. Cara Kerja**

1. Siapkan larutan gula, larutan asam cuka encer, larutan garam dan larutan pil kina dalam gelas dan beri label A,B,C dan D.



| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Larutan gula | Larutan cuka | Larutan garam | Larutan Pil Kina |

2. Tutuplah kedua mata teman kalian dengan menggunakan saputangan besar. Mintalah dia berkumur dan menjulurkan lidahnya untuk dikeringkan.
3. Celupkan *cotton bud* ke dalam larutan gelas A dan usapkan pada salah satu bagian permukaan lidah, misalkan bagian pangkal lidah (bagian1).
4. Tanyakan kepada teman kalian tadi apakah merasakan cairan tersebut. Jawaban cukup mengangguk, bila merasakan dan menggelengkan kepala bila tidak merasakan. Catat dalam tabel pengamatan dengan memberi tanda + bila merasakan dan tanda- bila tidak merasakan.
5. Lakukan juga cara yang sama untuk bagian 2,3 dan 4 pada lidah teman kalian tersebut.
   Setiap ganti larutan gunakan *cotton bud* yang baru dan selalu berkumur dulu lalu dikeringkan.
6. Lakukan cara seperti di atas, untuk larutan B kepada teman kedua, larutan C untuk teman ketiga dan larutan D untuk kalian sendiri.

**D. Tabel Pengamatan**

| Larutan | Pangkal Lidah (Bagian 1) | Tepi Lidah (Bagian 2) | Tengah Lidah (Bagian 3) | Ujung Lidah (Bagian 4) |
|---|---|---|---|---|
| Gula<br>Cuka encer<br>Garam<br>Pil kina | | | | |

**E. Pertanyaan**

1. Berdasarkan hasil pengujian di atas, sebutkan bagian permukaan lidah yang peka terhadap rasa:
   a. Manis
   b. Asam
   c. Asin
   d. Pahit
2. Apakah kesimpulan kalian dari percobaan ini?

## 5. Kulit

Selain sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai indra perasa dan peraba. Reseptor-reseptor yang terdapat pada kulit adalah:

***a.*** ***Korpus meissner***, yang terletak di dekat permukaan kulit. Berfungsi untuk menerima rangsang sentuhan/ rabaan. Reseptor ini tersebar tidak merata di permukaan kulit. Ujung jari memiliki paling banyak reseptor peraba.

***b.*** ***Korpus pacini,*** yang berfungsi menerima rangsang tekanan. Letaknya di bawah lapisan dermis.

***c.*** ***Korpus ruffini,*** berfungsi untuk menerima rangsang panas. Letaknya di lapisan dermis.

***d.*** ***Korpus krause***, befungsi untuk menerima rangsang dingin. Letaknya di lapisan dermis.

***e.*** ***Ujung saraf tanpa selaput,*** yang peka terhadap rasa sakit/ nyeri. Letaknya di lapisan epidermis. Saraf ini sangat penting untuk keselamatan tubuh. Jika terjadi sesuatu yang tidak

menguntungkan, saraf ini cepat bereaksi, antara lain dengan adanya gerak refleks.

## D. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Indra

Beberapa kelainan atau penyakit pada alat indra yang biasa kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain:

### 1. Miopi (Rabun Jauh)

Yaitu kelainan pada mata dimana bayangan yang dibentuk oleh lensa jatuh di depan retina. Kelainan ini terjadi karena lensa mata terlalu cembung atau garis tengah mata panjang. Kelainan ini dapat ditolong dengan menggunakan lensa negatif.

### 2. Hypermetropi (Rabun Dekat)

Yaitu kelainan mata dimana bayangan yang dibentuk oleh lensa jatuh di belakang retina. Kelainan ini terjadi karena lensa mata terlalu pipih atau garis tengah mata pendek. Kelainan ini dapat ditolong dengan menggunakan lensa positif.

### 3. Presbiopi

Yaitu kelainan pada mata karena tidak elastisnya lensa mata untuk berakomodasi. Penderita kelainan ini biasanya menggunakan lensa ganda yaitu lensa positif dan lensa negatif.

### 4. Rabun Senja

Kelainan pada mata karena defisiensi vitamin A. Akibatnya penderita kesulitan melihat benda saat terjadi perubahan dari terang ke gelap atau saat senja.

### 5. Katarak

Yaitu mengeruhnya lensa mata, yang dapat disebabkan oleh kekurangan vitamin B atau juga faktor usia.

## Rangkuman

1. Tiga komponen dalam fungsi koordinasi:
   a. Reseptor : bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan.
   b. Konduktor : bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan.
   c. Efektor : bagian tubuh yang menanggapi rangsangan.
2. Sel saraf terdiri atas:
   a. Badan sel
   b. Dendrit
   c. Neurit (akson)
3. Berdasarkan bentuk dan fungsinya neuron dibedakan:
   a. Neuron sensorik
   b. Neuron motorik
   c. Neuron konektor
4. Sistem saraf dibagi menjadi sistem saraf sadar dan saraf tak sadar.
5. Sistem saraf sadar dibagi menjadi saraf pusat dan saraf tepi.
6. Sistem saraf tak sadar dibagi menjadi saraf simpatik dan saraf parasimpatik.
7. Saraf pusat dibagi menjadi otak dan sumsum tulang belakang
8. Saraf tepi dibagi menjadi 12 pasang saraf otak dan 31 pasang saraf sumsum tulang belakang.
9. Indra manusia terdiri atas mata, telinga, hidung, lidah, kulit.
10. Kelainan dan penyakit pada indra, misalnya miopi, hipermetropi, presbiopi, rabun senja, katarak.

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi, coba buatlah skema dasar dari sistem koordinasi manusia. Jelaskan masing-masing! Jika merasa kesulitan tanyakan pada teman/guru kalian. Jika sudah paham kalian bisa melanjutkan pembelajaran ke bab berikutnya.

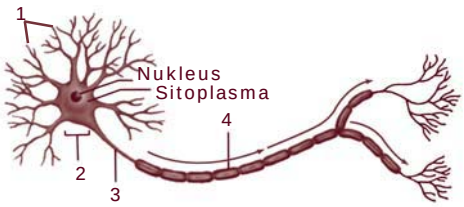
## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a, b, c* atau *d*!**

1. Bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan disebut . . . .
   a. kelenjar
   b. efektor
   c. reseptor
   d. hormon

2. Sistem saraf manusia dibedakan menjadi . . . .
   a. sistem saraf pusat dan sistem saraf sadar
   b. otak dan sumsum tulang belakang
   c. susunan saraf pusat dan susunan saraf tepi
   d. sistem saraf sadar dan sistem saraf tak sadar

   Untuk soal nomor 3 sampai 5 perhatikan gambar neuron berikut.




   Bagian yang dinamakan dendrit adalah nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

3. Bagian yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel adalah nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

4. Selubung myelin ditunjukkan nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

5. Bagian neuron yang berfungsi untuk mempercepat jalan impuls adalah . . . .
   a. akson
   b. selubung myelin
   c. nodus ranvier
   d. dendrit

6. Antara neuron satu dengan neuron lain terdapat celah sempit yang disebut . . . .
   a. gangglion
   b. neurofibril
   c. meninges
   d. sinaps

7. Neuron yang berfungsi membawa impuls dari pusat susunan saraf ke otot disebut neuron . . . .
   a. sensorik
   b. motorik
   c. konektor
   d. asosiasi

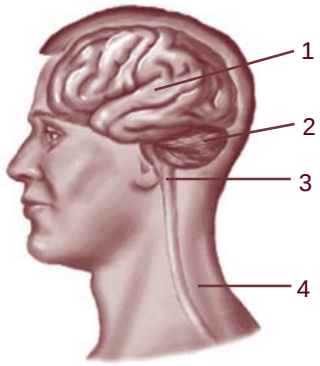
8. Saraf yang membawa rangsangan dari indra ke pusat saraf disebut . . . .
   a. saraf sensorik
   b. saraf motorik
   c. saraf asosiasi
   d. saraf tepi

9. Selaput pembungkus otak disebut . . . .
   a. pleura
   b. perikardium
   c. meninges
   d. membran plasma

10. Perhatikan nama-nama berikut.
   *1. Otak*
   *2. Gerak*
   *3. Neuron sensorik*
   *4. Neuron motorik*
   *5. Rangsang*
   *6. Sumsum tulang belakang*

   Urutan gerak sadar yang benar adalah . . . .
   a. 1-3-4-5-6-2
   b. 5-4-3-6-1-2
   c. 5-3-4-6-1-2
   d. 5-4-1-3-2

Untuk soal nomor 11-13 perhatikan gambar otak berikut ini!




11. Pusat keseimbangan adalah nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

12. Pengatur denyut jantung dan pernapasan adalah nomor . . . .
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

13. Jembatan varol terkait dengan bagian nomor . . . .
    a. 1
    b. 2
    c. 3
    d. 4
14. Yang disebut saraf pengembara adalah saraf otak nomor . . . .
    a. I
    b. V
    c. VIII
    d. X
15. Berikut ini aktivitas organ yang dipengaruhi saraf parasimpatik adalah . . . .
    a. meningkatnya denyut jantung
    b. meningkatnya peristaltik lambung
    c. meningkatnya laju pernapasan
    d. melebarnya pupil
16. Kemampuan lensa mata untuk mencembung dan memipih disebut . . . .
    a. akomodasi
    b. relaksasi
    c. kontraksi
    d. adaptasi
17. Berikut ini pernyataan yang benar tentang sel kerucut pada retina mata, ***kecuali*** . . . .
    a. jumlahnya lebih sedikit dibandingkan sel batang
    b. peka terhadap cahaya terang
    c. paling banyak di daerah fovea
    d. untuk melihat benda tak berwarna
18. Warna mata seseorang ditentukan oleh . . . .
    a. sklera
    b. koroid
    c. kelopak
    d. iris
19. Berikut ini tulang-tulang pendengar pada telinga, ***kecuali*** . . . .
    a. tonsil
    b. martil
    c. sanggurdi
    d. landasan
20. Tingkap jorong berhubungan langsung dengan tulang pendengar yaitu . . . .
    a. landasan
    b. martil
    c. sanggurdi
    d. tonsil
21. Tonjolan-tonjolan kecil yang terdapat pada permukaan lidah disebut . . . .
    a. epitel
    b. papila
    c. kuncup pengecap
    d. tonsil
22. Bagian lidah yang peka terhadap rasa asin adalah . . . .
    a. pangkal
    b. samping
    c. ujung
    d. tengah

23. Tango reseptor adalah nama reseptor yang terdapat pada . . . .
    a. lidah
    b. kulit
    c. mata
    d. telinga
24. Nama reseptor untuk menerima rangsang panas pada kulit adalah . . . .
    a. krause
    b. ruffini
    c. pacini
    d. meisner
25. Gangguan mata karena bayangan jatuh dibelakang retina disebut . . . .
    a. miopi
    b. emetropi
    c. presbiopi
    d. hypermetropi

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Gambarlah sebuah sel saraf dan beri keterangan bagian-bagiannya!
2. Tuliskan jalan impuls yang dilalui gerak sadar dan gerak refleks!
3. Tuliskan perbedaan 5 pengaruh kerja saraf simpatik dan saraf parasimpatik!
4. Sebutkan minimum 5 bagian mata serta fungsinya!
5. Gambarkan skema daerah kepekaan lidah terhadap rasa manis, asin, asam dan pahit!

**Proyek**

Carilah informasi tentang penyakit-penyakit yang berhubungan dengan sistem koordinasi dan alat indra pada manusia dari sumber. Catatlah dalam buku catatan kalian tentang nama, penyebab, serta pencegahan dari penyakit-penyakit tersebut. Kumpulkan kepada guru kalian.

# Bab 4

# Kelangsungan Hidup Organisme

Bila kalian ingin mencari cacing tanah, di mana kalian akan mencarinya? Tentu saja kalian akan mencari di tempat yang lembab, misalnya di tepi sungai.

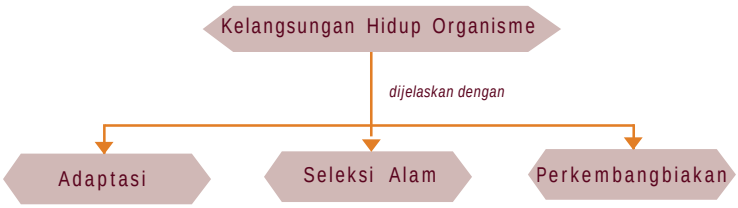
Setiap organisme mempunyai lingkungan hidup yang berbeda-beda. Lingkungan hidup yang sesuai, sehingga organisme dapat hidup dan berkembangbiak disebut habitat. Jadi habitat cacing tanah adalah di dalam tanah yang lembap. Coba kalian cari contoh-contoh habitat organisme yang lain.

Lingkungan hidup dapat mengalami perubahan, perubahan tersebut disebabkan karena peristiwa alam, misalnya gempa bumi, kekeringan, banjir atau karena perbuatan manusia misalnya penebangan hutan untuk persawahan dan perumahan, pencemaran udara, air atau tanah dan lain-lain. Perubahan lingkungan menyebabkan perubahan pula pada organisme yang hidup di dalamnya. Organisme harus dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan tersebut, sebab bila tidak ia akan mengalami kesulitan atau bahkan mengakibatkan kematian.

Untuk dapat mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan, pelajarilah bab berikut dengan cermat!

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Makhluk hidup
- Adaptasi
- Seleksi alam
- Perkembangbiakan

## A. Pendahuluan

Kelangsungan hidup organisme didukung atau dipengaruhi oleh 3 peristiwa yaitu adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan. Adaptasi merupakan penyesuaian makhluk hidup terhadap lingkungan. Seleksi alam merupakan kemampuan alam untuk menyeleksi organisme yang ada di dalamnya. Dengan beradaptasi makhluk hidup yang mampu bertahan akan berlangsung hidupnya, sedangkan yang tidak mampu bertahan akan punah, dalam peristiwa inilah alam akan berperan sebagai penyeleksi. Sedangkan perkembangbiakan untuk melestarikan jenisnya sehingga kelangsungan hidupnya akan tetap berlangsung.

## B. Adaptasi

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya.

**Macam-macam Adaptasi**

Ada banyak bentuk adaptif tubuh makhluk hidup supaya dapat bertahan hidup, bentuk adaptif ini dapat berupa struktur tubuh, warna tubuh, fungsi alat tubuh dan lain-lain, yang semuanya bertujuan untuk membantu bertahan hidup. Walaupun ada banyak cara makhluk hidup untuk beradaptasi tetapi secara garis besar adaptasi dibedakan menjadi 3 yaitu: adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi dan adaptasi tingkah laku.

### 1. Adaptasi Morfologi

Adalah penyesuaian diri bentuk tubuh atau alat-alat tubuh sehingga sesuai dengan lingkungannya.

Adaptasi morfologi ini mudah kita amati pada hewan ataupun pada tumbuhan.Coba kalian lakukan kegiatan berikut.

## Kegiatan 4.1

**A. Tujuan**

Untuk mengetahui macam-macam adaptasi morfologi pada tumbuhan.

**B. Cara Kerja**

Amatilah macam-macam tumbuhan seperti yang terdapat dalam Tabel 4.1, kemudian masukkan hasil pengamatan kalian ke dalam tabel pengamatan tersebut.

**C. Hasil Pengamatan**

**Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Macam-macam Adaptasi Morfologi pada Tumbuhan**

| Nama Tumbuhan | Sistem Perakarannya Serabut / Tunggang | Batang, Berongga / Tidak | Daun, Sempit, Luas, Tebal, Tipis, Alat Lain | Tempat Hidup Daerah Panas, Air, Lembap |
|---|---|---|---|---|
| Kaktus<br>Teratai<br>Keladi<br>*Hydrilla*<br>Kangkung<br>Lidah buaya | | | | |

**D. Pertanyaan**

1. Mengapa tumbuhan tersebut mempunyai akar, batang, daun yang berbeda-beda?
2. Adakah hubungannya perbedaan tersebut dengan tempat hidupnya?
3. Buatlah kesimpulan dari kegiatan tersebut dihubungkan dengan cara adaptasi tumbuhan dengan tempat hidupnya!

Macam-macam adaptasi morfologi pada tumbuhan:

Tumbuhan ada yang hidup di darat, di air, di daerah kering dan daerah lembap, karena tempat hidup yang berbeda-beda inilah maka tumbuhan mempunyai ciri-ciri tertentu dalam rangka menyesuaikan diri terhadap lingkungan hidupnya. Berikut macam-macam cara adaptasi tumbuhan:

### a. Adaptasi tumbuhan yang hidup di daerah kering (xerofit)



**Gambar 4.1** *Pohon kaktus termasuk contoh tumbuhan xerofit*
**Sumber:** *www.justsimplycactus.com*

1) Daunnya tebal, sempit,kadang-kadang berubah bentuk menjadi bentuk duri, sisik atau bahkan tidak mempunyai daun, dengan demikian maka penguapan melalui daun menjadi sangat sedikit.
2) Seluruh permukaan tubuhnya termasuk bagian daun tertutup oleh lapisan kutikula atau lapisan lilin yang berfungsi untuk mencegah terjadinya penguapan air yang terlalu besar.
3) Batangnya tebal mempunyai jaringan spons untuk menyimpan air.
4) Akar panjang sehingga mempunyai jangkauan yang luas.

Contoh tumbuhan kaktus (Gambar 4.1). Coba cari contoh tumbuhan xerofit yang lain.

### b. Adaptasi tumbuhan yang hidup di daerah lembap (higrofit)



**Gambar 4.2** *Tumbuhan keladi merupakan salah satu contoh tumbuhan higrofit*
**Sumber:** *www.prn2.usm.my*

1) Mempunyai daun yang tipis dan lebar.
2) Permukaan daun mempunyai banyak mulut daun atau stomata sehingga dapat mempercepat proses penguapan.

Contoh tumbuhan higrofit:
Coba cari contoh tumbuhan higrofit yang lain!

### c. *Adaptasi tumbuhan yang hidup di air (hidrofit)*

Tumbuhan air yang terapung di atas air mempunyai rongga antar sel yang berisi udara untuk memudahkan mengapung di air, daun lebar dan tangkai daun menggembung berisi udara.

Contoh: enceng gondok, kiambang

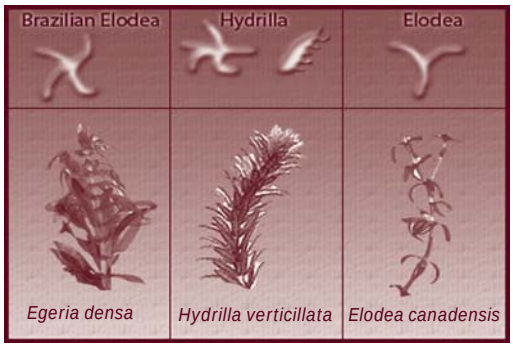


**Gambar 4.3** *Tumbuhan enceng gondok termasuk tumbuhan hidrofit*
**Sumber:** *www.geocities.com*

Coba cari contoh yang lain yang ada di sekitar tempat tinggal kalian!

Tumbuhan air yang terendam di dalam air, mempunyai dinding sel yang kuat dan tebal untuk mengurangi osmosis ke dalam sel.

Contoh : *Hydrilla,Vallisneria*




**Gambar 4.4** *Egeria densa, Hydrilla verticillata, Elodea canadensis*
**Sumber:** *www.floridaplants.com*

Coba cari contoh yang lain di sekitar tempat tinggal kalian.

Tumbuhan yang sebagian tubuhnya di atas permukaan air dan akarnya tertanam di dasar air, mempunyai rongga udara dalam batang atau tangkai daun sehingga tidak tenggelam dalam air dan daun muncul ke permukaan air.

Contoh: teratai, kangkung.



**Gambar 4.5** *Tumbuhan teratai*
**Sumber:** *www.kianjaya.com*

Coba cari contoh yang lain di sekitar tempat tinggal kalian!

Tumbuhan yang hidup di daerah pasang surut, mempunyai perakaran yang lebat dan kuat sehingga tidak roboh bila terkena ombak.

Contoh: tumbuhan bakau.



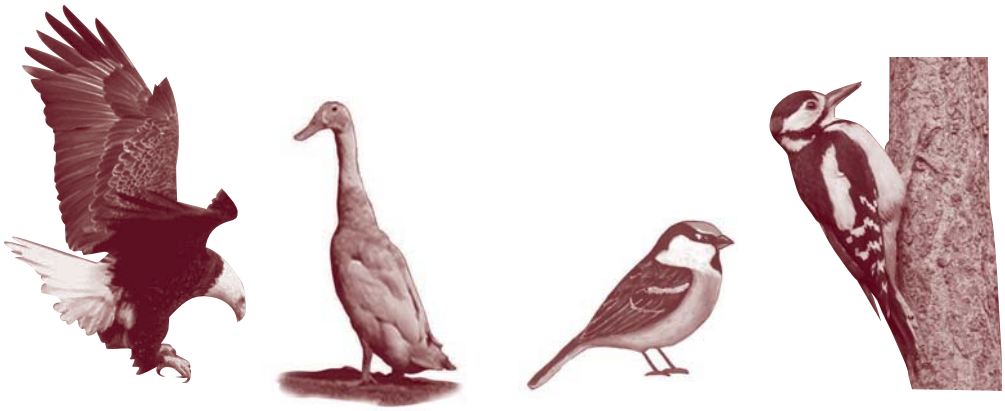
**Gambar 4.6** *Tumbuhan bakau*
**Sumber:** *www.pbtpasirgudang.gov.*

Macam-macam adaptasi morfologi pada hewan:

### a. *Adaptasi morfologi pada bentuk paruh dan kaki pada burung*

Bentuk paruh dan kaki pada burung beraneka-ragam disesuaikan dengan jenis makanan dan cara memperoleh makanan tersebut.

Burung pemakan biji mempunyai bentuk paruh berbeda dengan burung pemakan daging atau burung pemakan serangga demikian pula kaki burung elang berbeda dengan kaki bebek karena cara memperoleh makanannya juga berbeda. Untuk lebih jelasnya coba kalian perhatikan Gambar 4.7 berikut.



Elang Bebek Burung Pipit Burung Pelatuk

**Gambar 4.7** *Gambar paruh dan kaki pada burung*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 105*

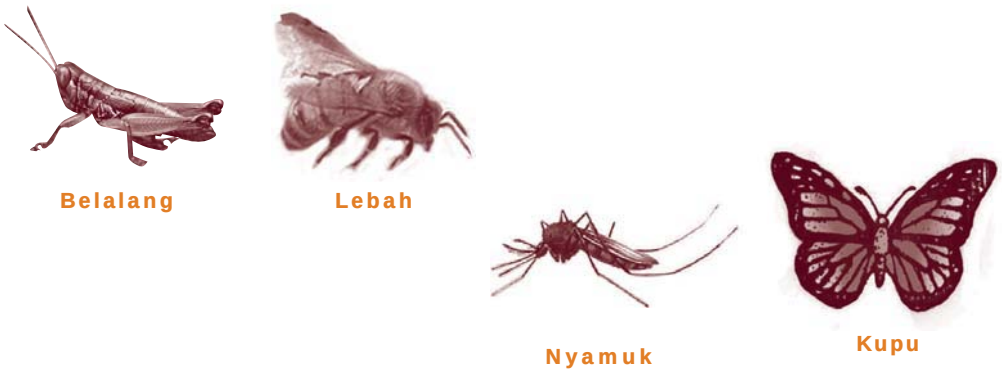
Keterangan gambar:

1) Paruh burung elang, bentuknya runcing, agak panjang dengan ujung agak membengkok sesuai dengan jenis makanannya yang berupa daging. Kaki pada burung elang, ukurannya pendek, cakar sangat kuat untuk mencengkeram mangsa atau daging.
2) Paruh bebek, pada pangkalnya terdapat bentuk seperti sisir, berguna untuk menyaring makanan dari air dan lumpur dan kaki pada bebek berselaput di antara ruas jarinya untuk berenang dan berjalan di tanah berlumpur.

3) Paruh burung pipit, bentuknya pendek tebal dan runcing sesuai dengan jenis makanannya yaitu untuk memecah biji-bijian dan tiga kaki ke depan satu ke belakang untuk berjalan dan hinggap.
4) Paruh burung pelatuk, runcing agak panjang untuk memahat kayu pohon untuk menangkap dan memakan serangga di dalamnya. Kaki burung pelatuk mempunyai dua jari ke depan dan dua jari ke belakang untuk memanjat.

### *b. Adaptasi morfologi pada mulut serangga*

Bentuk mulut serangga bermacam-macam disesuaikan dengan cara mengambil makanannya. Perhatikan Gambar 4.8 berikut.




**Gambar 4.8** *Bentuk mulut: jengkerik, lebah madu, nyamuk, kupu-kupu*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004)*

Keterangan:
1) Tipe mulut penggigit, mempunyai rahang atas dan rahang bawah yang kuat untuk menggigit, misalnya: lipas, jengkerik, dan belalang.
2) Tipe mulut penghisap dan penjilat,memiliki bibir untuk menjilat, misalnya: lebah madu dan lalat.
3) Tipe mulut penusuk dan penghisap, mempunyai rahang yang runcing dan panjang untuk menusuk dan menghisap, misalnya: nyamuk.
4) Tipe mulut penghisap, mempunyai alat penghisap seperti belalai yang panjang dan dapat digulung sehingga dapat menghisap madu yang terdapat jauh di dasar bunga, misalnya kupu-kupu.

## 2. Adaptasi Fisiologi

Adalah cara penyesuaian diri fungsi alat-alat tubuh atau kerja alat-alat tubuh terhadap lingkungannya.

Adaptasi ini tidak mudah diamati seperti pada adaptasi morfologi, karena menyangkut fungsi alat-alat tubuh dan proses kimia yang terjadi di dalam tubuh.

Macam-macam adaptasi fisiologi:

a. ***Hewan ruminantia***, misalnya sapi, kambing, kerbau. Makanan hewan tersebut adalah rumput-rumputan, di dalam saluran pencernaannya terdapat enzim selulase, enzim ini berfungsi untuk mencerna selulose yang menyusun dinding sel tumbuhan, dengan enzim selulase maka makanan menjadi lebih mudah dicerna.

b. ***Teredo navalis***, adalah mollusca yang biasa hidup pada kayu galangan kapal, kayu tiang-tiang pelabuhan. Mollusca ini dapat merusak kayu karena makanannya berupa kayu. Di dalam saluran pencernaan *Teredo* terdapat enzim selulase untuk membantu menguraikan selulose yang ada pada kayu yang menjadi makanannya.

c. ***Manusia yang biasa hidup di dataran rendah***
Daerah pantai dan dataran rendah mempunyai kadar oksigen lebih tinggi dari pada dataran tinggi. Bila manusia harus berpindah ke dataran tinggi yang mempunyai kadar oksigen rendah. Bagaimana cara beradaptasi agar tetap bertahan? Oksigen diperlukan tubuh untuk oksidasi makanan, di dalam tubuh oksigen diikat oleh hemoglobin yang ada di dalam sel darah merah (eritrosit), maka orang yang berpindah dari dataran rendah ke dataran tinggi harus mampu menyesuaikan diri dengan memproduksi hemoglobin atau eritrosit yang jumlahnya lebih banyak agar tetap dapat bertahan hidup.

d. ***Ikan yang hidup di air laut,*** yang mempunyai tekanan osmosis lebih rendah dari tekanan osmosis air laut. Agar ikan tidak mati kekeringan

karena air di dalam sel tubuh ikan akan tertarik oleh air laut maka ikan yang hidup di air laut banyak minum dan sedikit mengeluarkan urine, dan urine yang dikeluarkan pun pekat. Sedangkan kelebihan garam yang turut terminum akan dikeluarkan lagi ke dalam air laut melalui insang secara aktif.

e. ***Ikan yang hidup di air tawar,*** mempunyai tekanan osmosis lebih tinggi dari tekanan osmosis air tawar, keadaan demikian menyebabkan air akan masuk secara osmosis ke dalam tubuh ikan. Supaya ikan tidak kelebihan air atau kembung maka cara adaptasi dengan sedikit minum air dan banyak mengeluarkan urine dan menggunakan insangnya secara aktif untuk mengikat garam yang terlarut dalam air.

### 3. Adaptasi Tingkah Laku

Adalah cara penyesuaian diri makhluk hidup terhadap lingkungannya dalam bentuk tingkah laku. Untuk lebih jelasnya coba kalian lakukan Kegiatan 4.2 berikut.



## Kegiatan 4.2

Carilah informasi tentang bagaimana perubahan kulit pada bunglon bila berada di tanah dan bila berada di rumput hijau. Carilah informasi juga bagaimana cara cicak menghindari musuhnya.

Macam-macam adaptasi tingkah laku pada hewan:

a. Cicak melakukan ototomi yaitu memutuskan ekornya untuk mengelabuhi musuhnya.
b. Mamalia yang hidup di air laut, misalnya lumba-lumba dan paus sering muncul ke permukaan air untuk mengambil oksigen di udara, karena alat pernapasannya berupa paru-paru yang tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam air.



**Gambar 4.9** *Lumba-lumba muncul ke permukaan air untuk mengambil oksigen merupakan contoh adaptasi tingkah laku*
**Sumber:** *www.abbotthouse.co.nz*

c. Pada musim dingin banyak hewan berdarah panas membutuhkan energi tambahan untuk menjaga suhu tubuhnya, tetapi makanan sangat langka untuk dapat bertahan hidup maka beberapa hewan misalnya tikus, landak, beruang hitam dan lain-lain melakukan hibernasi , yaitu tidur panjang pada musim dingin.
   Demikian pula untuk hewan yang hidup di daerah gurun yang sangat panas pada musim kemarau mempunyai perilaku tertentu yaitu melakukan estivasi yaitu tidur panjang pada musim kemarau supaya dapat bertahan hidup di daerah gurun. Misalnya: kadal, katak, keong, dan lain-lain.

d. Rayap merupakan hewan yang menghancurkan kayu. Bagaimana caranya rayap menghancurkan kayu? Di dalam usus rayap terdapat hewan Protozoa, yaitu Flagellata yang menghasilkan enzim selulase yang dapat membantu rayap mencerna kayu. Secara periodik kulit rayap akan mengelupas, pada saat mengelupas, usus bagian belakang yang ada Flagellatanya ikut terkelupas. Untuk mendapatkan Flagellatanya kembali maka rayap memakan kembali kulitnya yang mengelupas.



**Gambar 4.10** *Rayap memakan kembali kulitnya yang mengelupas untuk mendapatkan Flagellatanya kembali*
**Sumber:** *http://i56.photobucket.com*

## C. Seleksi Alam

Di depan telah diterangkan bahwa habitat suatu organisme dapat mengalami perubahan dan perubahan tersebut mempengaruhi organisme yang hidup di dalamnya, dimana organisme yang hidup di dalamnya harus dapat menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan. Pada umumnya untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang baru itu memerlukan perjuangan, dan hanya makhluk hidup yang paling sesuai dengan lingkungannya yang dapat bertahan hidup dan berkembangbiak untuk meneruskan keturunannya.

Jadi di sini alam akan menyeleksi terhadap semua makhluk hidup di dalamnya melalui berbagai faktor, misalnya dengan keterbatasan unsur-unsur yang diperlukan dalam kehidupan, antara lain: makanan, cahaya, air, tempat hidup dan sebagainya. Untuk mendapatkan kebutuhan hidup tersebut umumnya individu-individu harus melalui persaingan, dan hanya individu yang mempunyai sifat sesuai dengan lingkungannya akan lolos dari seleksi dan selanjutnya dapat meneruskan keturunannya (berkembangbiak), sedangkan individu yang tidak mampu menyesuaikan diri terhadap lingkungannya akan mengalami kesulitan dan mati atau harus berpindah mencari tempat yang baru yang lebih sesuai.

Seleksi alam adalah kemampuan alam untuk menyaring terhadap semua organisme yang hidup di dalamnya, dimana hanya organisme yang mampu menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang akan selamat, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati atau punah.

Untuk jelasnya coba kalian lakukan Kegiatan 4.3 sebagai model peristiwa seleksi alam.

## Kegiatan 4.3

**A. Tujuan**

Untuk mengetahui pengaruh seleksi alam terhadap kelangsungan hidup makhluk hidup.

**B. Alat dan Bahan**

1. Biji-bijian yang berwarna-warni biji: kacang hijau, kadelai hitam, kedelai putih, jagung.
2. Tali rafia.
3. Lapangan atau sebidang tanah yang ditumbuhi rumput pendek.

**C. Cara Kerja**

1. Siapkan biji-bijian masing-masing dengan jumlah 100 buah.
2. Buatlah plot atau petak dengan tali rafia dengan batas 1 X 1 meter pada sebidang tanah yang ditumbuhi rumput.
3. Taburkanlah semua biji secara merata pada plot.
4. Kalian berperan sebagai predator sedangkan biji-bijian berfungsi sebagai model makhluk hidup dengan ciri-ciri tertentu yang diwakili oleh masing-masing biji. Ambilah biji-biji tersebut selama kurang lebih 1 menit.
5. Setelah selesai pengambilan lakukan perhitungan terhadap biji-bijian yang dapat terambil dan buatlah prosentase biji yang terambil.
6. Masukkan data kalian ke Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Hasil Percobaan Tentang Pengaruh Seleksi Alam**

| Biji | Jumlah Sebelum Terambil | Jumlah yang Dapat Terambil | Prosentase yang Terambil |
|---|---|---|---|
| Kacang hijau<br>Kedelai hitam<br>Kedelai putih<br>Jagung | | | |

**D. Pertanyaan**

1. Biji apakah yang paling banyak terambil? Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Biji apakah yang paling sedikit terambil? Mengapa demikian? Jelaskan!
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan tersebut hubungannya dengan seleksi alam!
4. Bila biji-bijian tersebut disebar pada tanah berpasir, kira-kira biji apa yang terambil paling sedikit dan mengapa demikian? Jelaskan!

## 1. Punahnya Spesies Tertentu

Karena adanya seleksi alam maka individu yang tidak mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan akan mati dan akhirnya punah. Berikut beberapa contoh organisme yang hampir punah atau punah karena terseleksi oleh alam, yaitu:

***a. Burung puyuh liar semakin punah***

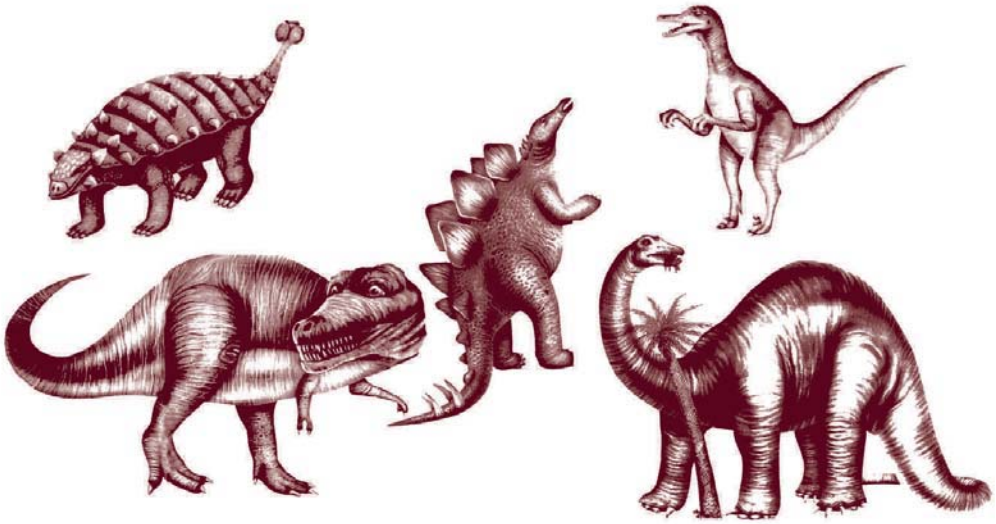
Hal ini disebabkan lingkungan hidup burung puyuh di daerah bebatuan dan bidang tanah yang bergumpal-gumpal semakin langka. Pada lingkungan seperti itulah burung puyuh liar akan lebih sesuai, sehingga sulit ditangkap pemangsanya. Karena lingkungan yang demikian sudah kian langka maka jumlah burung puyuh pun menjadi langka juga.

***b. Punahnya Dinosaurus kurang lebih 65 juta tahun yang lalu secara bersamaan***

Menurut pendapat para ahli, kepunahan Dinosaurus disebabkan karena jatuhnya meteorit raksasa ke bumi, yang menghamburkan awan debu sehingga menghalangi masuknya sinar matahari. Tanpa adanya sinar matahari maka tumbuhan akan mati, demikian pula Dinosaurus pemakan tumbuhan yang kemudian diikuti Dinosaurus pemakan daging.

## 2. Terbentuknya Spesies Baru

Setiap spesies selalu berusaha beradaptasi dengan lingkungan hidupnya. Adaptasi ini berlangsung sedikit demi sedikit menuju ke arah yang



**Gambar 4.11** *Macam-macam reptilia raksasa*
**Sumber:** *www.images.google.co.id*

semakin sesuai dengan lingkungan hidupnya dan perubahan yang sedikit demi sedikit ini berlangsung dalam waktu yang sangat lama dan diturunkan dari generasi ke generasi, sehingga tidak mustahil kalau akhirnya dijumpai spesies yang menyimpang dari spesies nenek moyangnya.

Dengan demikian adanya seleksi alam dan adaptasi menyebabkan terjadinya perubahan jenis makhluk hidup dari generasi ke generasi. Jika proses tersebut berlangsung dalam waktu yang lama, maka perubahan tersebut dapat mengarah kepada terbentuknya spesies baru. Peristiwa ini disebut evolusi. Evolusi adalah suatu proses perubahan makhluk hidup yang terjadi secara perlahan-lahan dalam jangka waktu yang sangat lama sehingga menimbulkan spesies baru.

Tokoh evolusi yang sangat terkenal adalah Charles Robert Darwin, Ia berpendapat bahwa:

1. Spesies yang hidup sekarang, berasal dari species yang hidup dimasa silam.
2. Evolusi terjadi karena seleksi alam.

Pendapat ini didukung pengamatannya macam-macam burung Finch yang hidup di kepulauan Galapagos.

Darwin menemukan kurang lebih 13 spesies burung Finch yang hubungan kekerabatannya sangat dekat, perbedaan yang paling menyolok di antara spesies-spesies itu adalah pada paruhnya, yang diadaptasi untuk jenis makanan tertentu. Burung-burung ini mempunyai paruh yang bentuk dan ukurannya berbeda-beda,tampaknya burung-burung ini ada hubungannya dengan burung di Amerika Selatan.

Menurut Darwin, bahwa nenek moyang burung Finch di kepulauan Galapagos berasal dari Amerika Selatan. Oleh karena suatu hal burung-burung Finch harus berpindah ke kepulauan Galapagos. Di kepulauan Galapagos burung Finch tersebut berpencar dalam berbagai lingkungan yang berbeda-beda akibatnya burung-burung tersebut harus menyesuaikan diri terhadap lingkungannya masing-masing, adaptasi ini terjadi turun temurun dan akhirnya dihasilkan variasi burung Finch yang banyak. Perhatikan Gambar 4.12.



(a) Pemakan biji-bijian (b) Pemakan serangga (c) Pemakan rayap dan serangga

**Gambar 4.12** *macam-macam burung finch*
**Sumber:** *CD Image*

(a) Burung finch darat besar (*Geospiza magnirostris*) memiliki paruh besar yang diadaptasikan untuk memecah biji-bijian.
(b) Burung finch pohon yang berukuran kecil (*Camarhynus parvulus*) menggunakan paruhnya untuk memakan serangga.

(c) Burung Finch pelatuk (*Camarhynus pallidus*) menggunakan daun kaktus/ranting kecil sebagai alat untuk menyelidiki kehadiran rayap dan serangga pelubang kayu lainnya.

## D. Perkembangbiakan

Organisme yang mampu beradaptasi terhadap lingkungan hidupnya akan tumbuh dan berkembangbiak. Jadi sebelum organisme tersebut mati, ia akan berusaha menghasilkan keturunan sehingga dapat melestarikan jenis organisme tersebut. Kemampuan berkembangbiak setiap organisme tidaklah sama, ada organisme yang dapat berkembangbiak dengan cepat ada pula yang lambat. Untuk lebih jelasnya coba lakukan Kegiatan 4.4 berikut.

## Kegiatan 4.4

**A. Tujuan**

1. Untuk mengetahui macam-macam cara perkembangbiakan pada makhluk hidup.
2. Untuk mengetahui peranan perkembangbiakan terhadap kelangsungan hidup organisme.

**B. Alat dan Bahan**

1. Buku-buku referensi yang relevan.
2. Berbagai organisme yang ada di lingkungan sekitar.

**C. Cara Kerja**

1. Carilah organisme yang ada di sekitar tempat tinggal kalian atau di lingkungan sekolah, misalnya kucing, anjing, tumbuhan mawar dan sebagainya.
2. Tuliskan dalam Tabel 4.3.
3. Lengkapi tabel tersebut dengan cara berkembangbiaknya dan jumlah anak yang dihasilkan.
4. Diskusikan pertanyaan-pertanyannya.

## D. Hasil Pengamatan

**Tabel 4.3 Tabel Cara Perkembangbiakan Hewan**

| No. | Nama Organisme | Cara Berkembangbiak | Jumlah Anak Bila Bisa Dihitung |
|---|---|---|---|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

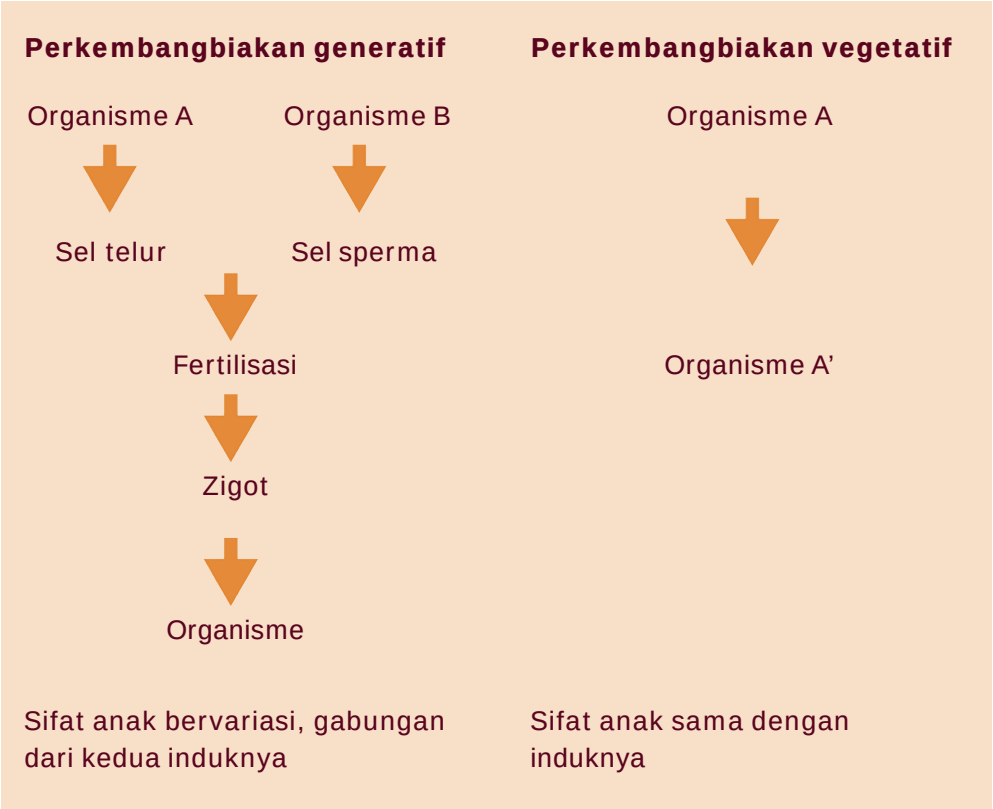
## E. Pertanyaan

1. Ada berapa cara perkembangbiakan pada makhluk hidup yang kalian amati? Sebutkan!
2. Bagaimana jumlah anak yang dihasilkan oleh setiap makhluk hidup?
3. Sebutkan organisme yang paling banyak menghasilkan keturunan!
4. Sebutkan organisme yang paling sedikit menghasilkan keturunan!
5. Berdasarkan jumlah anak yang dihasilkan, organisme yang bagaimanakah menurut kalian yang kemungkinan tetap lestari?
6. Bagaimana kelestarian organisme yang mempunyai jumlah anak hanya satu dan memerlukan waktu yang lama?
7. Sebutkan beberapa contoh tumbuhan atau hewan yang hampir punah!
8. Mengapa tumbuhan atau hewan tersebut hampir punah?
9. Bagaimana usaha pemerintah untuk melindungi tumbuhan atau hewan yang hampir punah tersebut?
10. Dari diskusi di atas maka dapat disimpulkan tujuan perkembangbiakan adalah ....

### Macam-macam Cara Perkembangbiakan

Perkembangbiakan dibedakan menjadi dua yaitu perkembangbiakan generatif dan perkembangbiakan vegatatif. Untuk mengetahui perbedaan kedua perkembangbiakan perhatikan bagan di bawah ini.

**Bagan perbedaan perkembangbiakan generatif dan vegetatif**



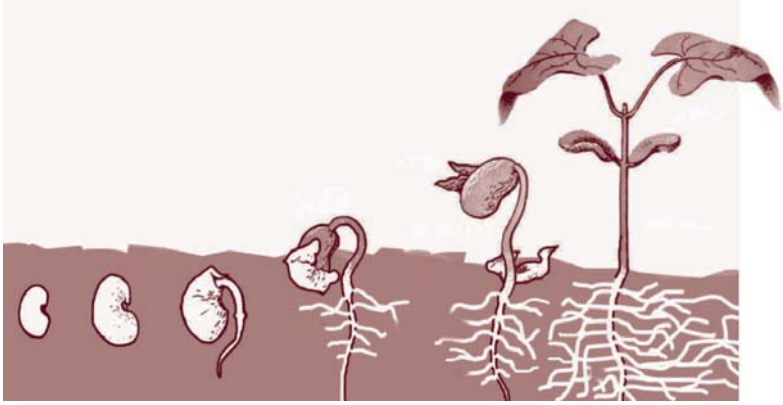

Dari bagan tersebut terlihat bahwa ciri-ciri perkembangbiakan generatif berbeda dengan vegetatif.

## 1. Perkembangbiakan Generatif

Dari bagan di atas maka ciri perkembangbiakan generatif adalah didahului oleh peristiwa, yaitu peleburan sel kelamin jantan (sperma) dengan sel kelamin betina (sel telur). Sifat anak yang dihasilkan bervariasi yaitu gabungan dari kedua induknya.

Beberapa macam cara perkembangbiakan generatif antara lain:

a. Perkembangbiakan dengan biji pada tumbuhan



**Gambar 4.13** *Perkembangbiakan dengan biji pada tumbuhan*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3(2004)*

b. Perkembangbiakan dengan bertelur atau ovipar, contohnya pada ayam.



**Gambar 4.14** *Ayam berkembangbiak secara ovipar*

c. Perkembangbiakan dengan beranak atau vivipar



**Gambar 4.15** *Paus merupakan contoh makhkuk hidup yang berkembang biak secara vivipar*
**Sumber:** *www.orcaskillerbeauties.com*

d. Perkembangbiakan dengan menghasilkan telur yang sudah berkembang di dalam tubuh induknya (ovovivipar).



**Gambar 4.16** *Kadal berkembang biak dengan ovovivipar*
**Sumber:** *Jendela Iptek*

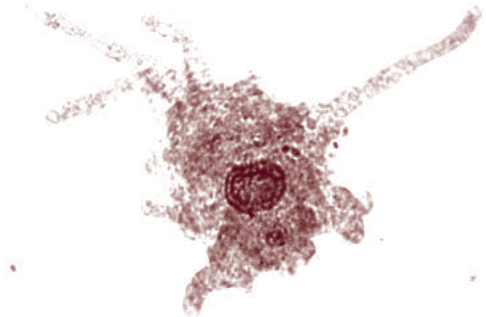
## 2. Perkembangbiakan Vegetatif

Perkembangbiakan vegetatif mempunyai ciri sebagai berikut.

a. Memerlukan satu induk.
b. Tidak perlu sel kelamin.
c. Tidak didahului fertilisasi.
d. Anak berasal dari bagian tubuh induknya.
e. Menghasilkan organisme yang sifatnya sama dengan induknya.

Beberapa macam cara perkembangbiakan vegetatif adalah:

### a. Membelah diri



**Gambar 4.17** *Amoeba membelah diri*
**Sumber:** *Biologi Jilid 3 (2004): 105*

### b. Membentuk tunas



**Gambar 4.18** Tanaman pisang yang bertunas
**Sumber:** *Flora Indonesia*

### c. Umbi batang, umbi lapis



**Gambar 4.19** *Kentang berkemang biak dengan umbi batang, dan bawang merah berkembang biak dengan umbi lapis*
**Sumber:** *Flora Indonesia*

### *d. Rhizoma, dan lain-lain*



**Gambar 4.20** *Rhizoma*
**Sumber:** *Flora Indonesia*

Pada beberapa organisme dapat berkembangbiak baik secara generatif maupun vegetatif sekaligus, misalnya: *Paramaecium* dan beberapa hewan Coelenterata yaitu *Hydra*, ubur-ubur dan lain-lain.



**Gambar 4.20** *Ubur-ubur*
**Sumber:** *www.ratemyscreensaver.com*

### Tingkat Reproduksi

Adalah kemampuan organisme untuk menghasilkan keturunan. Tingkat reproduksi dikatakan tinggi bila organisme tersebut dapat menghasilkan keturunan

yang jumlahnya banyak dalam waktu singkat. Contoh: hewan Protozoa, serangga, bakteri, dan lain-lain. Sedangkan organisme yang tingkat reproduksinya rendah bila keturunan yang dihasilkan dalam jumlah sedikit dan dalam waktu yang lama. Contohnya: badak, gajah, banteng, orang utan, bunga *Raflesia arnoldi,* dan lain-lain.

Penyebab punahnya suatu organisme antara lain:

a. Tingkat reproduksinya yang rendah
b. Ulah manusia yang tidak bertanggung jawab, misalnya membakar dan menebang hutan untuk lahan pertanian atau perumahan. Banyak jenis tumbuhan dan hewan kehilangan habitatnya dan kini banyak yang spesiesnya makin langka.
c. Perburuan liar, hampir semua tumbuhan dan hewan menjadi langka karena perburuan untuk diambil bulu, kulit, tanduk dan lain-lain.

Usaha-usaha pemerintah untuk melindungi hewan langka dari kepunahan antara lain:

a. Mendirikan cagar alam dan suaka margasatwa untuk membantu pelestarian tumbuhan dan hewan langka di habitat alaminya.
b. Penangkaran hewan-hewan langka, para ahli menangkap hewan dari alam bebas, merawatnya dan mengupayakan agar hewan-hewan tersebut dapat berkembangbiak dalam kandang, kemudian anak-anak mereka dilepas atau ditempatkan di habitat yang lebih cocok.
c. Membuat undang-undang yang mengatur perburuan.

Contoh hewan yang langka di Indonesia, yaitu: harimau Jawa (*Pantera tigris sondaicus*), macan kumbang (*Pantera pardus*), tapir (*Tapirus indicus*), komodo (*Varanus komodoensis*), maleo (*Macrocephalon maleo*), banteng (*Bos sondaicus*), mandril (*Nasalis larvatus*), cendrawasih (*Paradisea minor*), kanguru pohon (*Dendrolagus ursinus*), kakatua raja (*Probociger aterrimus*), buaya muara (*Crocodylus porosus*). dan ular sanca hijau (*Chondrophyton vindis*).

Beberapa contoh hewan yang langka di Indonesia.



Badak



Elang Jawa



Jalak Bali



Komodo

**Gambar 4.21** *Beberapa contoh hewan yang dilindungi di Indonesia*
**Sumber:** *wikipedia-indonesia.co.id*

## Rangkuman

1. Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang bersifat menurun.
2. Secara garis besar adaptasi dibagi menjadi 3:
   a. Adaptasi morfologi: penyesuaian diri bentuk tubuh/alat-alat tubuh sehingga sesuai dengan lingkungannya.
   b. Adaptasi fisiologi: cara penyesuaian diri fungsi alat-alat tubuh/kerja alat-alat tubuh terhadap lingkungannya.
   c. Adaptasi tingkah laku: cara penyesuaian diri makhluk hidup terhadap lingkungannya dalam bentuk tingkah laku.
3. Seleksi alam: kemampuan alam untuk menyaring terhadap semua organisme yang hidup di dalamnya, dimana hanya organisme yang mampu menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang akan selamat, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati/punah.
4. Perkembangbiakan dibedakan menjadi dua yaitu generatif dan vegetatif.

## Refleksi

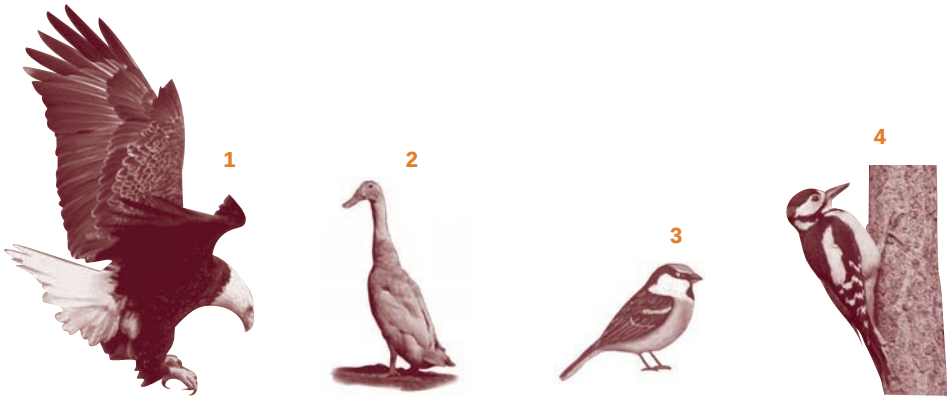
Coba jelaskan perbedaan perkembangan generatif dan vegetatif! Bagaimana kelangsungan makhluk hidup bisa terjadi? Jelaskan sebagai bahan refleksi kalian. Jika sudah paham, lanjutkan pembelajaran kalian ke bab berikutnya.

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!**

1. Perhatikan bentuk paruh burung berikut!

   Bentuk paruh yang sesuai untuk mencari makan di dalam air atau lumpur adalah . . . .




   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4

2. Perhatikan gambar kaki burung berikut.



   Bentuk kaki tersebut sesuai untuk . . . .
   a. berenang di air
   b. bertengger
   c. memanjat
   d. mencengkeram mangsa

3. Tipe mulut pada kupu-kupu adalah . . . .
   a. penusuk
   b. penghisap
   c. penggigit
   d. penusuk dan penghisap

4. Duri pada tumbuhan kaktus berfungsi untuk . . . .
   a. mempercepat penguapan
   b. mengurangi penguapan
   c. mempercepat pengangkutan
   d. memperlancar pengangkutan
5. Tumbuhan hidrofit mempunyai ciri sebagai berikut, ***kecuali*** . . . .
   a. batang berongga
   b. dinding sel kuat dan tebal
   c. daun sempit dan tebal
   d. daun lebar dan tipis
6. Tujuan rayap memakan kembali kelupasan kulitnya adalah . . . .
   a. untuk mendapatkan makanannya
   b. untuk mendapatkan enzim
   c. untuk pembuatan kulit luarnya
   d. untuk mendapatkan hewan Flagellata
7. Berikut yang merupakan adaptasi tingkah laku adalah . . . .
   a. tulang pada burung terbang berongga
   b. hewan cumi-cumi mengeluarkan tinta
   c. daun kaktus berupa duri
   d. tumbuhan jati berdaun lebar
8. Tujuan tumbuhan jati menggugurkan daunnya adalah . . . .
   a. mempercepat penguapan
   b. mengurangi penguapan
   c. karena akan berbuah
   d. karena memang sudah tua
9. Berikut ini faktor yang mempengaruhi adaptasi makhluk hidup di lingkungan air, ***kecuali*** . . . .
   a. intensitas cahaya
   b. kelembapan
   c. kadar oksigen
   d. kedalaman
10. Berikut ini beberapa cara adaptasi hewan di lingkungan air, ***kecuali*** . . . .
   a. memiliki sisik
   b. bentuk tubuh ramping
   c. memiliki sirip
   d. sering muncul ke permukaan air

11. Tipe mulut pada nyamuk adalah . . . .
    a. penusuk
    b. penghisap
    c. penggigit
    d. penusuk dan penghisap
12. Tumbuhan bakau memiliki akar khusus untuk beradaptasi yang disebut . . . .
    a. akar gantung
    b. akar tunjang
    c. akar napas
    d. vivipar
13. Di bawah ini cara-cara perkembangbiakan vegetatif, ***kecuali*** . . . .
    a. membelah diri
    b. membentuk tunas
    c. umbi batang
    d. vivipar
14. Organisme yang dapat berkembangbiak secara generatif maupun vegetatif adalah . . . .
    a. *Paramaecium*
    b. ayam
    c. *Amoeba*
    d. serangga
15. Ciri adaptasi morfologi pada burung elang adalah . . . .
    a. berkuku tajam
    b. kaki berselaput
    c. kaki panjang
    d. kaki pendek, kecil

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan 3 hal yang mempengaruhi kelangsungan hidup organisme!
2. Apakah yang dimaksud adaptasi?
3. Bagaimana ciri-ciri tumbuhan xerofit?
4. Apakah yang dimaksud seleksi alam?
5. Sebutkan beberapa contoh hewan atau tumbuhan yang dilindungi!

**Proyek**

Pergilah ke kebun binatang atau pasar burung yang terdekat, kemudian amatilah macam-macam bentuk kaki dan bentuk paruh burung serta jenis makanannya! Kemudian buatlah laporan hasil pengamatan kalian secara lengkap dan kumpulkan kepada guru!

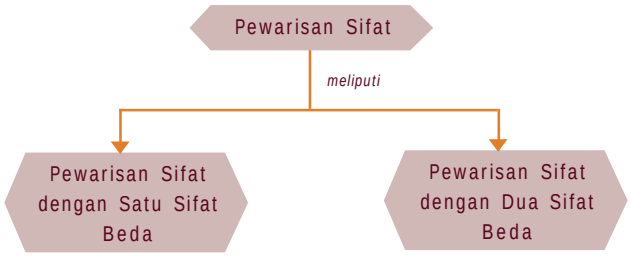
# Bab 5

# Pewarisan Sifat

Banyak sifat yang dimiliki makhluk hidup yang menurun dari induk kepada keturunannya, sehingga sifat orang tua dapat muncul pada anaknya atau bahkan sifat-sifat tersebut muncul pada cucunya. Dahulu kala, ada anggapan bahwa penurunan sifat pada manusia penurunannya melalui darah. Namun anggapan itu keliru, terbukti walaupun seseorang menerima darah dari orang lain, sifat dari orang yang memberi darah tersebut tidak menurun kepada orang yang menerima darah tersebut. Lalu di manakah tersimpan faktor pembawa keturunan tersebut? Konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup akan dapat kalian deskripsikan setelah kalian mempelajari bab berikut.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Kromosom
- Gen
- Genotipe
- Fenotipe
- Homozigot
- Dominan
- Genetika
- Parental
- Gamet
- Heterozigot
- Intermediet
- Resesif

## A. Pendahuluan

Tiap spesies memiliki ciri-ciri tertentu yang spesifik yang hampir sama dari generasi ke generasi, bahkan ciri ini ada sejak dulu kala. Misalnya hewan gajah mempunyai telinga yang lebar, mempunyai gading, tubuhnya besar, dan mempunyai belalai. Ciri gajah tersebut sudah ada sejak gajah purba.

Jadi ada ciri-ciri atau sifat-sifat makhluk hidup yang diturunkan dari generasi ke generasi atau diturunkan dari induk kepada anaknya. Untuk lebih jelasnya lakukan Kegiatan 5.1 berikut.

## Kegiatan 5.1

**A. Tujuan**: Mengetahui keanekaragaman genetis pada manusia.

**B. Cara Kerja:**

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 5 siswa.
2. Amatilah ciri-ciri kalian yang meliputi:
   Ujung daun telinga yang bebas dan yang melekat, ibu jari dapat dibengkokkan dan yang tidak, bulu mata yang panjang dan yang pendek, rambut yang lurus dan tidak lurus, adanya rambut pada ruas tengah jari-jari tangan dan tidak ada rambut, golongan darah A, B, AB dan O.



**Gambar 5.1** *Berbagai keanekaragaman genetis pada manusia*

3. Gunakan cakram genetika dimulai dari bagian tengah dengan ciri pertama, dan tentukan apakah kalian ada di sisi kanan atau kiri garis vertikal.
4. Lanjutkan pada garis lingkaran kedua cakram tersebut! Tentukan di bagian mana sifat kalian berada! Demikian seterusnya sampai lingkaran terluar yaitu golongan darah! Baca angka yang tertulis, untuk kombinasi dari ciri-ciri khusus kalian.

5. Tulis angka yang kalian peroleh pada tabel.
6. Carilah angka untuk teman kalian. Catat pada tabel.

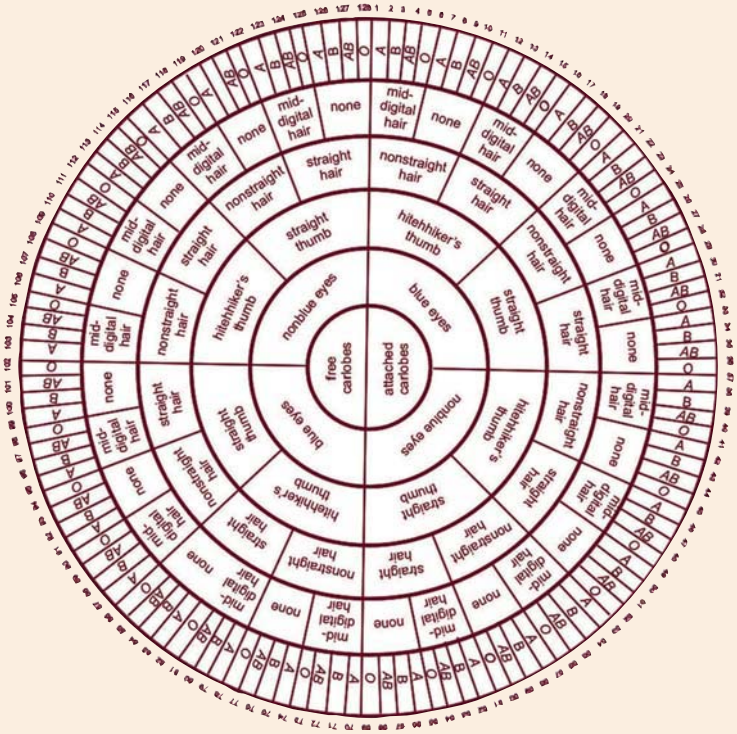
## C. Hasil Pengamatan

### Tabel Hasil Pengamatan

| No. | Nama Siswa | Nomor |
|---|---|---|
| 1. | ... | ... |
| 2. | ... | ... |
| 3. | ... | ... |
| 4. | ... | ... |
| 5. | ... | ... |

## D. Pertanyaan

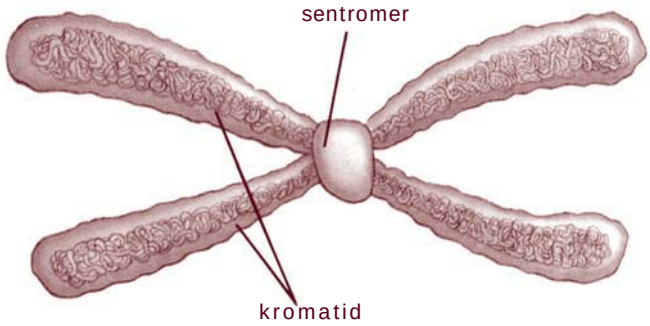
1. Apakah ada seseorang di kelas kalian yang mempunyai angka sama? Jika ada, apa artinya?
2. Jika ada teman kalian yang mempunyai angka sama, carilah ciri ketujuh yang dapat untuk membedakan!
3. Bagaimana ciri seseorang dengan angka 73 dapat berbeda dengan orang lain yang mempunyai angka 56?




Kita ketahui bahwa tubuh makhluk hidup tersusun dari struktur fungsional terkecil, yaitu sel.

## B. Kromosom dan Gen

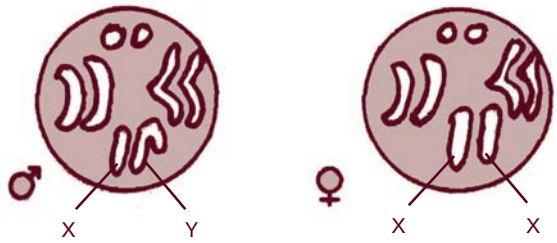
Sel ini memiliki inti sel atau nukleus, pada inti sel terdapat jalinan seperti benang halus yang disebut kromosom. Kromosom inilah yang merupakan pembawa sifat keturunan. Di sepanjang kromosom terdapat gen yang merupakan penentu sifat keturunan suatu makhluk hidup. Jadi baik kromosom maupun gen sama pentingnya dalam penurunan sifat.




**Gambar 5.3** *kromosom*
**Sumber:** *dreamcorner.net*

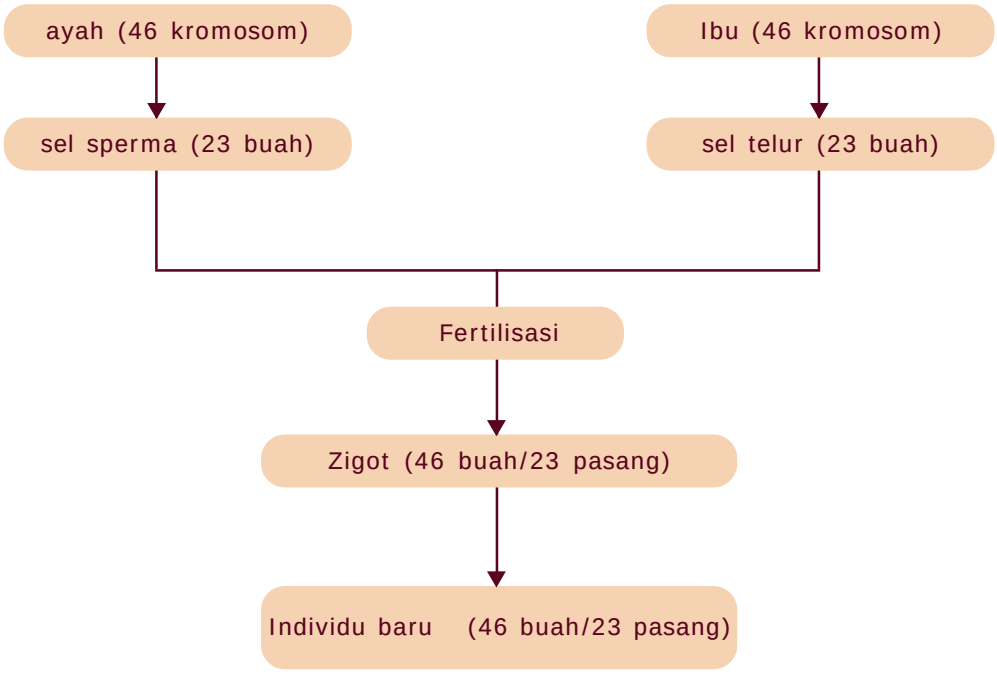
Berdasarkan fungsinya, kromosom dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

1. **Kromosom Tubuh (Autosom)**
   Yaitu kromosom yang menentukan ciri-ciri tubuh.
2. **Kromosom Kelamin (Gonosom)**
   Yaitu kromosom yang menentukan jenis kelamin pada individu jantan atau betina atau pada manusia pria atau wanita. Misalnya: pada kromosom lalat buah (*Drosophila melanogaster*) memiliki 4 pasang kromosom, terdiri atas 3 pasang autosom dan 1 pasang gonosom.




**Gambar 5.4** *Kromosom pada lalat buah jantan dan betina*
**Sumber:** *John W. Kimbal dalam H. Siti Soetarmi Tjitrosomo, Biologi Jilid 1*

Jumlah dan bentuk kromosom pada setiap sel tubuh spesies makhluk hidup adalah tertentu. Misalnya pada manusia pada setiap sel tubuhnya terdapat 46 buah kromosom atau 23 pasang kromosom. 46 kromosom tersebut berasal dari ayah 23 buah dan berasal dari ibu 23 buah. Jadi walaupun seorang anak mirip ayahnya tetap saja setengah dari jumlah kromosom tubuhnya berasal dari ayah dan setengah dari ibu. Perhatikan bagan berikut.



## C. Istilah-istilah dalam Genetika

### 1. Sel Diploid dan Sel Haploid

Yaitu sel yang memiliki kromosom dalam keadaan berpasangan atau sel yang memiliki dua set atau dua perangkat kromosom. Misalnya sel tubuh manusia memiliki 46 buah kromosom yang selalu dalam keadaan berpasangan sehingga disebut *diploid* (2n) (*di* berarti dua, *ploid* berarti set/ perangkat). Sedangkan sel kelamin manusia memiliki kromosom tidak berpasangan . Hal ini terjadi karena pada saat pembentukan sel kelamin, sel induk yang bersifat diploid membelah secara meiosis, sehingga sel kelamin anaknya hanya mewarisi setengah dari kromosom induknya. Maka dalam sel kelamin (gamet) manusia terdapat 23 kromosom yang tidak berpasangan atau hanya memiliki seperangkat atau satu set kromosom saja, disebut *haploid (n).*

### 2. Genotip

Genotip adalah susunan gen yang menentukan sifat dasar suatu makhluk hidup dan bersifat tetap. Dalam genetika genotip ditulis dengan menggunakan simbol huruf dari huruf paling depan dari sifat yang dimiliki oleh individu. Setiap karakter sifat yang dimiliki oleh suatu individu dikendalikan oleh sepasang gen yang membentuk alela. Sehingga dalam genetika simbol genotip ditulis dengan dua huruf. Jika sifat tersebut dominan, maka penulisannya menggunakan huruf kapital dan jika sifatnya resesif ditulis dengan huruf kecil.

Genotip yang memiliki pasangan alela sama, misalnya BB atau bb, merupakan pasangan alela yang *homozigot*. Individu dengan genotip BB disebut *homozigot dominan*, sedangkan individu dengan genotip bb disebut *homozigot resesif* .Untuk genotip yang memiliki pasangan alela berbeda misal Bb, merupakan pasangan alela yang *heterozigot.*

### 3. Fenotip

Fenotip adalah sifat yang tampak pada suatu individu dan dapat diamati dengan panca indra, misalnya warna bunga merah, rambut keriting, tubuh besar, buah rasa manis, dan sebagainya. Fenotip merupakan perpaduan dari genotip dan faktor lingkungan. Sehingga suatu individu dengan fenotipe sama belum tentu mempunyai genotip sama.

### 4. Dominan

Gen dikatakan dominan apabila gen tersebut bersama dengan gen lain (gen pasangannya), akan menutup peran/sifat gen pasangannya tersebut. Dalam persilangan gen, dominan ditulis dengan huruf besar.

### 5. Resesif

Gen dikatakan resesif apabila berpasangan dengan gen lain yang dominan ia akan tertutup sifatnya (tidak muncul) tetapi jika ia bersama gen resesif lainnya (alelanya) sifatnya akan muncul. Dalam genetika gen resesif ditulis dengan huruf kecil.

### 6. Intermediet

Adalah sifat suatu individu yang merupakan gabungan dari sifat kedua induknya. Hal ini dapat terjadi karena sifat kedua induk yang muncul sama kuat (kodominan). Misalnya bunga warna merah disilangkan dengan bunga warna putih, menghasilkan keturunan berwarna merah muda.

### 7. Hibrid

Adalah hasil perkawinan antara dua individu yang memiliki sifat beda. Bila individu tersebut memiliki satu sifat beda disebut monohibrid, dua sifat beda disebut dihibrid, tiga sifat beda trihibrid, dan sebagainya.

## D. Hukum Penurunan Sifat Mendel



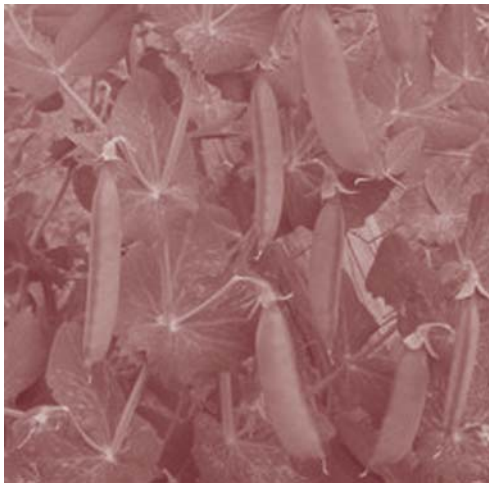
**Gambar 5.5** *Gregor J. Mendel*
**Sumber:** *Oxford Ensiklopedi Pelajar*

Ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat yang diwariskan, cara sifat diwariskan, dan variasinya yang terjadi pada keturunannya disebut ilmu keturunan atau genetika. Seorang tokoh yang berjasa dalam mempelajari sifat-sifat yang diwariskan dari induk pada keturunannya ialah Gregor J. Mendel (1822 - 1884) sehingga ia dikenal sebagai bapak genetika.

Dalam percobaannya, Mendel menggunakan tanaman kacang ercis atau kacang kapri (*Pisum sativum*). Adapun alasan Mendel menggunakan tanaman kacang ercis dalam percobaannya adalah:

1. Memiliki pasangan sifat yang kontras.
2. Dapat melakukan penyerbukan sendiri.
3. Mudah dilakukan penyerbukan silang.
4. Mempunyai daur hidup yang relatif pendek.
5. Menghasilkan keturunan dalam jumlah banyak.

Berikut ini ada 7 sifat beda yang mencolok pada tanaman kacang ercis.



**Gambar 5.6** *Sifat-sifat beda yang kontras pada beberapa varietas kacang ercis*
**Sumber:** *id.wikipedia.org*

Langkah awal yang dilakukan Mendel adalah menentukan galur murni, yaitu tanaman yang apabila melakukan penyerbukan sendiri senantiasa menghasilkan keturunan yang sifatnya sama persis dengan sifat induknya, walaupun penyerbukan tersebut dilakukan berulang-ulang hasilnya akan tetap sama. Selanjutnya Mendel menyilangkan dua individu galur murni yang sama-sama memiliki pasangan sifat yang kontras. Misalnya kapri berbunga merah disilangkan dengan kapri berbunga putih, yang keduanya galur murni. Dari persilangan

tersebut, Mendel mengemukakan beberapa kesimpulan yang kemudian disebut Hukum Mendel:

1. Setiap individu hasil persilangan mengandung gamet dari kedua induknya (bersifat diploid = 2n), misalnya induk jantan berwarna merah (MM) dan betina (mm) maka keturunannya memiliki gen Mm.
2. Pada proses pembentukan gamet, gen berpisah secara acak (Hukum Segregasi secara bebas) atau dikenal sebagai Hukum Mendel I. Jadi Mm akan berpisah menjadi dua gamet, yaitu M dan m.
3. Pada proses pembuahan (fertilisasi) gamet akan bertemu secara acak pula (asortasi) atau dikenal sebagai Hukum Mendel II. Dalam kasus di atas gamet M dapat membuahi gamet lainnya, misalnya M atau dapat juga m.

Untuk lebih jelasnya mengenai percobaan Mendel coba kalian lakukan Kegiatan 5.2 berikut.

## Kegiatan 5.2

**A. Tujuan**

Menyelidiki perbandingan genotipe dan fenotipe pada keturunan kedua dengan satu sifat beda.

**B. Alat dan Bahan**

1. Kantong plastik hitam kecil 2 buah
2. Kancing genetika warna merah 100 buah
3. Kancing genetika warna putih 100 buah

**C. Cara Kerja**

1. Bekerjalah dalam suatu kelompok yang terdiri atas 4 siswa.
2. Masukkan ke dalam sebuah kantong plastik 50 buah kancing warna merah dan 50 buah kancing warna putih. Sisanya masukkan dalam kantong plastik yang lainnya.
3. Tanpa melihat ke dalam kantong plastik, ambillah satu kancing dari masing-masing kantong secara serempak. Kemudian catat hasilnya ke dalam tabel. Kancing yang sudah diambil

tidak dimasukkan ke dalam kantong lagi! Jika warna merah dilambangkan M dan warna putih dilambangkan dengan m, maka bila pada pengambilan pertama keluar kombinasi warna merah dan putih maka beri tanda 1 pada kolom ijiran Mm.

4. Lakukan kegiatan tersebut sampai kancing dalam kantong habis.

**Tabel 5.1 Hasil Pengambilan Kancing Baju**

| Kombinasi | Ijiran | Jumlah |
|---|---|---|
| MM(Merah-Merah) | ..... | ..... |
| Mm(Merah-Putih) | ..... | ..... |
| Mm(Putih-Putih) | ..... | ..... |
| Jumlah total | ..... | ..... |

**D. Pertanyaan**

1. Bagaimana perbandingan MM : Mm : mm?
2. Jika sifat warna merah dominan terhadap warna putih, apakah warna yang tampak pada genotipe MM, Mm, dan mm?
3. Bagaimana perbandingan fenotip pada persilangan tersebut?
4. Jika warna merah dan putih tidak dominan atau tidak resesif, warna apa yang muncul pada genotip MM, Mm, dan mm?
5. Bagaimana perbandingan fenotip pada persilangan tersebut jika warna merah dan putih tidak dominan dan tidak resesif?

## 1. Persilangan dengan Satu Sifat Beda (Monohibrid)

Mendel menyilangkan tanaman kacang ercis berbunga merah galur murni (MM) dengan kacang ercis berbunga putih galur murni (mm), dihasilkan keturunan pertama (Filial) $F_1$ yang semua berwarna merah dengan genotipe Mm. Bila sesama $F_1$ ini disilangkan akan menghasilkan keturunan II atau $F_2$. Bagaimana sifat keturunan kedua tersebut? Untuk itu perhatikan diagram berikut.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P (Parental = induk) | Genotipe | : | MM X | mm |
| | Fenotipe | : | Merah | Putih |
| | Gamet | : | M dan M | m dan m |
| $F_1$ (keturunan 1) | Genotipe | : | Mm | |
| | Fenotipe | : | Merah | |
| $F_2$ ($F_1$ disilangkan sesamanya) | Genotipe | : | Mm X | Mm |
| | Fenotipe | : | Merah | Merah |
| | Gamet | : | M dan m | M dan m |

$F_2$:

| Gamet | M | m |
|---|---|---|
| M | MM | Mm |
| m | Mm<br>Merah | mm<br>Putih |

**Penjelasan:**

- Pada $F_1$ dihasilkan individu yang seluruhnya berbunga merah dan bergenotipe Mm karena adanya dominasi penuh dari sifat warna merah terhadap putih.
- Pada $F_2$ dihasilkan individu-individu yang terdiri atas 3 macam genotip, yaitu MM, Mm, dan mm dengan perbandingan 25% : 50% : 25% atau 1 : 2 : 1 dan dihasilkan dua macam fenotip, yaitu merah dan putih dengan perbandingan 75% : 25% atau 3 : 1.

## 2. Persilangan Monohibrid Intermediet

Pada kesempatan lain, Mendel juga menyilangkan tanaman *Antirrinum majus* berbunga merah galur murni (MM) dengan bunga putih galur murni (mm). Ternyata seluruh keturunan pertama berbunga merah muda (Mm). Warna merah muda ini terjadi karena pengaruh gen dominan yang tidak sempurna (kodominan). Untuk memperoleh $F_2$ maka Mendel menyilangkan sesama $F_1$.




$F_2$:

| Gamet | M | m |
|---|---|---|
| M | MM<br>Merah | Mm<br>Merah muda |
| m | Mm<br>Merah muda | mm<br>Putih |

**Penjelasan:**

- Pada $F_1$ dihasilkan individu yang seluruhnya merah muda (Mm). Warna merah muda ini disebut intermediet atau sifat antara kedua induk.
- Pada $F_2$ dihasilkan 3 macam genotipe, yaitu MM, Mm, dan mm dengan perbandingan 1 : 2 : 1 dan juga 3 macam fenotipe, yaitu merah : merah muda : putih dengan perbandingan 1 : 2 : 1.

## 3. Persilangan dengan Dua Sifat Beda (Dihibrid)

Untuk mempelajari persilangan dua sifat beda coba kalian lakukan Kegiatan 5.3 berikut.

## Kegiatan 5.3

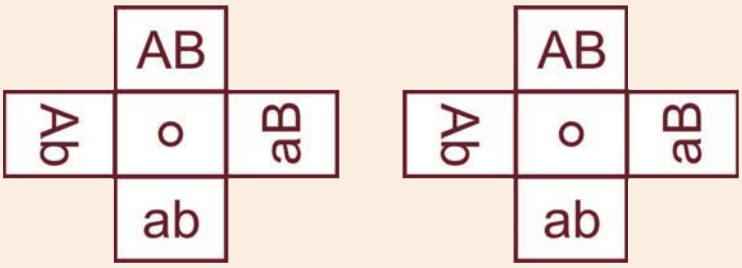
**A. Tujuan**

Mengetahui perbandingan fenotipe keturunan dengan dua sifat beda.

**B. Alat dan Bahan**

Baling-baling genetika

Cara membuat baling-baling genetika: Buatlah dua buah baling-baling dari bahan kardus atau tripleks tipis, yang masing-masing memiliki 4 buah lengan. Setiap lengan menggambarkan gamet. Satu baling-baling diberi nama baling-baling jantan dan yang satu baling-baling betina. Kemudian bagian tengah baling-baling diberi poros.




**Gambar 5.7** *Baling-baling genetika*

**Keterangan**

B = simbol gen dominan pembawa sifat bulat
b = simbol gen resesif untuk pembawa sifat bentuk keriput
K = simbol gen dominan untuk pembawa sifat warna kuning
k = simbol gen resesif untuk pembawa sifat warna hijau

**C. Cara Kerja**

1. Untuk melihat perbandingan fenotip keturunan dari persilangan ercis bulat kuning heterozigot dengan bulat kuning heterozigot, putarlah kedua baling-baling bersama-sama.
2. Hentikan secara acak dan amatilah lengan baling-baling yang bertemu/berdekatan. Kemudian catatlah dalam tabel (lengan baling-baling yang berdekatan menunjukkan 2 gamet yang bertemu).
3. Lakukan terus sampai diperoleh 80 kombinasi.

**Tabel 5.2 Hasil Pengamatan dengan Baling-baling Genetika**

| No. | Genotipe | Fenotipe | Ijiran | Jumlah |
|---|---|---|---|---|
| 1. | BBKK | ..... | ..... | ..... |
| 2. | BBKk | ..... | ..... | ..... |
| 3. | BbKK | ..... | ..... | ..... |
| 4. | BbKk | ..... | ..... | ..... |
| 5. | BBkk | ..... | ..... | ..... |
| 6. | Bbkk | ..... | ..... | ..... |
| 7. | bbKK | ..... | ..... | ..... |
| 8. | bbKk | ..... | ..... | ..... |
| 9. | bbkk | ..... | ..... | ..... |

**Catatan**

Pasangan gen yang mempengaruhi fenotipe kacang ercis adalah:

B–K– : biji bulat warna kuning
B-kk : biji bulat warna hijau
bbK– : biji keriput warna kuning
bbkk : biji keriput warna hijau
tanda– : dapat diisi oleh gen dominan dan gen resesif

**D. Pertanyaan**

1. Ada berapa macam fenotipe yang muncul dari persilangan tersebut di atas?
2. Fenotipe mana yang paling banyak muncul? Berapa persen?
3. Fenotipe mana yang paling sedikit muncul? Berapa persen?
4. Bagaimanakah perbandingan fenotipe yang muncul pada persilangan tersebut?

Persilangan dihibrid adalah persilangan dengan memperhatikan dua sifat yang berbeda. Misalnya, ercis berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) disilangkan dengan ercis berbiji keriput berwarna hijau (bbkk). Karena sifat bulat dan kuning dominan terhadap sifat keriput dan hijau, maka turunan pertama semuanya berbiji bulat kuning heterozigot (BbKk). Jika sesama $F_1$ ini disilangkan, akan diperoleh 16 kombinasi genotipe dan 4 macam fenotipe. Untuk lebih jelasnya perhatikan diagram berikut ini.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | fenotipe | bulat, kuning | X | Keriput, hijau |
| | genotipe | BBKK | | bbkk |
| | gamet | Bdan K | | b dan k |
| $F_1$ | geotipe | | BbKk | |
| | fenotipe | | bulat, kuning | |
| | | $F_1$ | X | $F_1$ |
| $F_2$ | genotipe | BbKk | | BbKk |
| | gamet | BK,Bk,bK,bk | | BK,Bk,bK,bk |

$F_2$:

| Gamet | BK | Bk | bK | bk |
|---|---|---|---|---|
| BK | BBKK<br>Bulat, kuning | BBKk<br>Bulat, kuning | BbKK<br>Bulat, kuning | BbKk<br>Bulat, kuning |
| Bk | BBKk<br>Bulat, kuning | BBkk<br>Bulat, hijau | BbKk<br>Bulat, kuning | Bbkk<br>Bulat, hijau |
| bK | BbKK<br>Bulat, kuning | BbKk<br>Bulat, kuning | bbKK<br>Keriput, kuning | bbKk<br>Keriput, kuning |
| bk | BbKk<br>Bulat, kuning | Bbkk<br>Bulat, hijau | bbKk<br>Keriput, kuning | bbkk<br>Keriput, hijau |

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ada 4 macam fenotipe pada $F_2$ yaitu:

| Genotipe | Fenotipe | Frekuensi |
|---|---|---|
| B-K- | Bulat, kuning | 9/16 |
| B-kk | Bulat, hijau | 3/16 |
| bbk- | Keriput, kuning | 3/16 |
| bbkk | Keriput, hijau | 1/16 |

Dengan demikian perbandingan fenotipe $F_2$ pada persilangan dihibrid adalah bulat kuning : bulat hijau: keriput kuning : keriput hijau = 9 : 3 : 3 : 1.

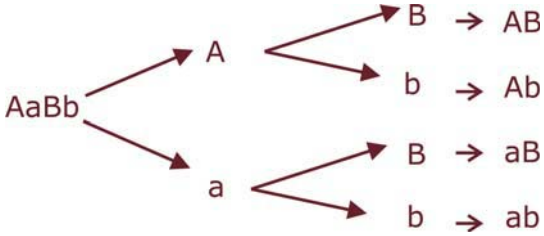
Jika dari persilangan tersebut dihasilkan 1600 keturunan, maka kemungkinan diperoleh ercis berbiji bulat warna kuning ialah: $\frac{9}{16} \times 1600 = 90$ pohon.

Bagaimana dengan perbandingan genotipenya? Coba kalian cari bagaimanakah macam genotipenya dan bagaimana pula perbandingannya?

## E. Cara Mencari Jumlah dan Macam Gamet

Dalam persilangan monohibrid diketahui bahwa gamet yang terbentuk pada $P_2$ ada 2 macam, sementara itu pada persilangan dihibrid yang terbentuk pada $P_2$ ada 4 macam, untuk persilangan trihibrid ada 8 macam, bila persilangan dengan n sifat beda akan diperoleh $2^n$ macam gamet.

Untuk menentukan macam gamet yang terbentuk dapat digunakan diagram garpu, misalnya: AaBb, macam gametnya adalah:



## F. Penurunan Sifat pada Manusia

Manusia mempunyai 23 pasang kromosom yang terdiri dari autosom (kromosom tubuh dan gonosom (kromosom kelamin). Maka rumus kromosom pada pria adalah 22AAXY dan pada wanita 22AAXX. Rumus tersebut artinya manusia memiliki 22 pasang autosom dan sepasang kromosom yang menentukan jenis kelamin (gonosom/kromosom seks). Jadi kromosom seks ada dua jenis, yaitu XY untuk pria dan XX untuk wanita.

### 1. Pewarisan Sifat yang Terpaut dalam Kromosom Seks

Gen yang bertempat pada kromosom seks disebut gen terpaut seks. Sifat gen yang terpaut dalam seks sifatnya bergabung dengan jenis kelamin tertentu dan diwariskan bersama kromosom seks. Umumnya gen terpaut seks terdapat pada kromosom X, tetapi ada juga yang terpaut pada kromosom Y.

#### *a. Buta warna*

Orang yang menderita buta warna tidak dapat membedakan warna-warna tertentu, buta warna merah hijau, tidak mampu membedakan warna merah dan hijau. Buta warna ini dikendalikan oleh gen resesif. Gen ini terpaut dalam kromosom X. Terdapat 5 kemungkinan genotipe, yaitu:

1) $X^C X^C$ : wanita normal
2) $X^c X^c$ : wanita buta warna
3) $X^C X^c$ : wanita pembawa buta warna/karier
4) $X^C Y$ : pria normal
5) $X^c Y$ : pria buta warna

Wanita karier atau pembawa artinya wanita yang secara fenotipe normal tetapi secara genotipe dia membawa alel sifat resesif untuk buta warna.

Coba kalian buat diagram penurunan sifat, kepada siapa gen buta warna seorang ibu diwariskan. (Ibu buta warna menikah dengan ayah normal).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P | = | Ibu buta warna | × | Ayah normal |
| Genotip | = | ..... | | ..... |
| Gamet | = | ..... | | ..... |
| | | ..... | | ..... |
| | | ..... | | ..... |
| F | = | genotip | | Fenotip |
| | | ..... | | ..... |
| | | ..... | | ..... |
| | | ..... | | ..... |
| | | ..... | | ..... |

***b. Hemofilia***

Hemofilia merupakan kelainan dimana seseorang darahnya tidak dapat/sulit membeku bila luka. Luka kecil pun dapat menyebabkan penderita meninggal karena terjadi pendarahan yang terus-menerus. Gen yang mengendalikan sifat ini adalah gen resesif dan terpaut dalam kromosom X. Dalam keadaan homozigot resesif gen ini bersifat letal (menimbulkan kematian).

Beberapa kemungkinan susunan genotipe adalah:

1) $X^H X^H$ : wanita normal
2) $X^h X^h$ : wanita hemofilia bersifat letal
3) $X^H X^h$ : wanita pembawa/karier
4) $X^H Y$ : pria normal
5) $X^h Y$ : pria hemofilia

## 2. Penurunan Sifat Golongan Darah Sistem A, B, O

Untuk mengetahui kemungkinan susunan genotipe dari golongan darah sistem A, B, O, perhatikan Tabel berikut ini.

**Tabel 5.3 Hubungan antara Fenotipe Golongan Darah, Genotipe, dan Macam Gamet**

| Fenotipe Golongan Darah | Genotipe | Macam Gamet |
|---|---|---|
| A | $I^A I^A$, $I^A I^O$, | $I^A$, $I^O$ |
| B | $I^B I^B$,$I^B I^O$ | $I^B$, $I^O$ |
| AB | $I^A I^B$ | $I^A$, $I^B$ |
| O | $I^O I^O$ | $I^O$ |

Sekarang coba kalian tanyakan golongan darah orang tua, kemudian carilah bagaimanakah kemungkinan golongan darah anak-anaknya.

## 3. Manfaat Persilangan bagi Manusia

Persilangan tumbuhan atau hewan ini sangat bermanfaat karena dapat memilih sifat-sifat yang baik dan menghilangkan sifat-sifat yang kurang baik, dengan demikian persilangan dapat digunakan untuk memperoleh bibit unggul atau menghasilkan keturunan dengan sifat-sifat yang unggul atau yang baik, dengan demikian manfaat persilangan antara lain:

a. Menghasilkan keturunan dengan sifat-sifat yang baik.
b. Menghasilkan bibit unggul baik pada tumbuhan maupun hewan, misalnya varietas tanaman jenis unggul hasil persilangan PB5, PB8, IR22, IR24, juga pada ternak, misalnya sapi *Santa gertrudis*, hasil persilangan sapi brahman dengan sapi shorthorn.

Banyak lagi manfaat persilangan yang dapat dirasakan manusia. Coba kalian cari manfaat-manfaat lain adanya persilangan bagi manusia.

## Rangkuman

1. Di sepanjang kromosom terdapat gen yang merupakan penentu sifat keturunan suatu makhluk hidup.
2. Berdasarkan letak, kromosom dibedakan menjadi:
   a. Kromosom tubuh (autosom)
   b. Kromosom kelamin (gonosom)
3. Alasan Mendel menggunakan kacang ercis dalam percobaannya, adalah:
   a. Memiliki pasangan sifat yang kontras.
   b. Dapat melakukan penyerbukan sendiri.
   c. Mudah dilakukan penyerbukan silang.
   d. Mempunyai daur hidup yang relatif pendek.
   e. Menghasilkan keturunan dalam jumlah banyak.
4. Pewarnaan sifat yang terdapat dalam kromosom seks di antaranya buta warna, hemofilia.
5. Manfaat persilangan bagi manusia:
   a. Menghasilkan keturunan dengan sifat-sifat yang baik.
   b. Menghasilkan bibit unggul baik pada tumbuhan maupun hewan.

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi, coba carilah kelainan/penyakit yang berhubungan dengan pewarisan sifat, analisalah kasus tersebut dan kumpulkan sebagai tugas akhir bab, setelah selesai kalian bisa melanjutkan pembelajaran ke bab berikutnya.

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Pembawa sifat keturunan suatu makhluk hidup adalah . . . .
   a. plasma sel
   b. inti sel
   c. kromosom
   d. gen
2. Sel diploid pada manusia berjumlah . . . .
   a. 46 pasang
   b. 26 pasang
   c. 32 pasang
   d. 23 pasang
3. Ruang khusus tempat kedudukan gen disebut . . . .
   a. alela
   b. lokus
   c. kromosom
   d. rongga sel
4. Hasil perkawinan antara dua individu yang mempunyai sifat beda disebut . . . .
   a. filius
   b. parental
   c. hibrid
   d. gamet
5. Yang merupakan galur murni adalah . . . .
   a. BB dan Bb
   b. Bb dan Bb
   c. bb dan BB
   d. Bb dan bb
6. Persilangan antara bunga warna merah dominan (MM) dengan bunga warna putih (mm) menghasilkan perbandingan pada $F_2$-nya adalah . . . .
   a. 75% MM : 25% mm
   b. 50% MM : 50% mm
   c. 25% MM : 50% Mm : 25% mm
   d. 25% Mm : 50% MM : 25% mm
7. Agar diperoleh keturunan dengan perbandingan fenotipe 50% merah dan 50% putih, maka genotipe kedua induknya adalah . . . .
   a. MM x mm
   b. Mm X Mm
   c. Mm X mm
   d. MM x Mm
8. Individu yang bergenotipe MMKk akan menghasilkan gamet . . . .
   a. MKk dan MkK
   b. MK dan Mk
   c. Kk dan MM
   d. Mk dan mk

9. Penyakit menurun yang terpaut dalam kromosom X adalah . . . .
   a. buta warna dan albino
   b. hemofilia dan anemia
   c. buta warna dan thalasemia
   d. hemofilia dan buta warna
10. Seorang wanita bergolongan darah B heterozigot menikah dengan pria bergolongan darah A heterozigot, maka kemungkinan golongan darah pada anak-anaknya adalah . . . .
   a. A dan B
   b. AB
   c. A, B, AB, dan O
   d. AB dan O

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan 4 alasan Mendel menggunakan kacang ercis dalam percobaannya!
2. Tikus jantan berambut hitam disilangkan dengan tikus betina berambut putih, menghasilkan keturunan semua berwarna abu-abu, bila tikus abu-abu disilangkan sesamanya bagaimana perbandingan genotipe dan fenotipe pada $F_2$-nya?
3. Bila jeruk berbuah manis kecil (MMbb) disilangkan dengan jeruk berbuah masam besar (mmBB).
   a. Tentukan genotipe dan fenotipe turunan pertamanya!
   b. Jika sesama $F_1$ saling menyerbuki, tentukan perbandingan fenotipe dan genotipe pada keturunan keduanya ($F_2$)!
   c. Dari hasil $F_2$ manakah yang merupakan bibit unggul (genotipe dan fenotipenya)?
4. Pasangan suami istri, suami buta warna, sedangkan istrinya normal, bagaimanakah perbandingan fenotipe pada anak-anaknya?
5. Jelaskan manfaat persilangan dalam kehidupan sehari-hari!

# Bab 6

# Bioteknologi

Kalian tentu mengenal makanan seperti rempeyek kedelai, tahu, kecap, tauge, dan susu kedelai. Dari bahan dasar apa makanan tersebut dibuat? Samakah proses pembuatannya? Adakah bahan lain yang diperlukan untuk membuat produk makanan tersebut?

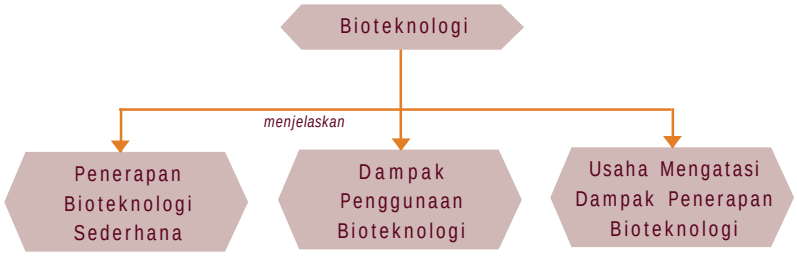
Kacang kedelai adalah bahan dasar untuk pembuatan produk-produk makanan di atas. Dengan cara pengolahan yang berbeda, butiran-butiran kacang kedelai diubah menjadi produk dengan nama atau sebutan bermacam-macam.

Untuk mengubah suatu bahan makanan menjadi produk makanan yang lain tentu harus memiliki pengetahuan cara pengolahan makanan. Biologi yang terus berkembang turut memberi sumbangan dalam meningkatkan kesejahteraan manusia terutama dalam pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi merupakan salah satu contoh bentuk nyata sumbangan dari biologi.

Contoh di atas adalah salah satu penerapan bioteknologi dalam industri makanan atau minuman. Pada bahasan ini kalian akan diajak untuk dapat mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Bioteknologi
- Kultur Jaringan
- Hidroponik

## A. Pendahuluan

Bioteknologi adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Bioteknologi memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan, atau jaringan hewan. Penerapan bioteknologi memadukan berbagai disiplin ilmu, seperti mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, rekayasa proses, dan teknik kimia.

Saat ini telah dikembangkan berbagai penerapan bioteknologi, contohnya teknik rekombinasi gen, kultur jaringan, hidroponik, radiasi, dan inseminasi buatan.

## Kegiatan 6.1

Untuk mengenal produk-produk makanan hasil penerapan bioteknologi serta peranan organismenya, diskusikan dengan teman-teman dan guru kalian. Kemudian lengkapilah tabel berikut ini.

**Tabel 6.1 Produk-produk Makanan Hasil Bioteknologi dan Organisme yang Digunakan**

| No. | Produk | Bahan Makanan | Mikroorganisme |
|---|---|---|---|
| 1. | Tempe | ..... | ..... |
| 2. | Kecap | ..... | ..... |
| 3. | Keju | ..... | ..... |
| 4. | Yoghurt | ..... | ..... |
| 5. | Roti | ..... | ..... |
| 6. | Oncom | ..... | ..... |
| 7. | Tape | ..... | ..... |
| 8. | Nata de coco | ..... | ..... |
| 9. | Bir | ..... | ..... |
| 10. | Brem bali | ..... | ..... |

Berdasarkan data dalam tabel di atas, jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Adakah bahan makanan yang dapat dibuat menjadi lebih dari satu produk makanan? Sebutkan!
2. Produk makanan apa saja yang dalam pembuatannya memerlukan bantuan jamur?
3. Produk makanan apa saja yang dalam pembuatannya memerlukan bantuan bakteri?

## B. Penerapan Bioteknologi Sederhana

Produk bioteknologi sudah dikenal baik oleh masyarakat seperti tape, tempe, brem bali, bir, anggur, cuka, keju, yoghurt, dan roti. Proses ini sudah dikenal orang sejak lama. Seiring dengan perkembangan teknologi pendukungnya, proses pengolahannya sudah dikembangkan lebih modern di pabrik-pabrik dalam produksi yang besar. Namun secara sederhana kita dapat menerapkan proses tersebut.

### 1. Pembuatan Tempe Kedelai



**Gambar 6.1** *Tempe merupakan contoh produk bioteknologi sederhana*
**Sumber:** *www.rakuten.co.jp*

Tempe kedelai adalah bahan makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang (jamur). Jenis jamur yang digunakan biasanya jenis *Rhizopus oligosporus*, karena memiliki aktivitas enzim proteolitik (pengurai protein) tinggi. Dibandingkan tempe dari bahan lain, seperti dari kecipir, lamtoro, ampas tahu, benguk, maka tempe kedelai lebih dikenal oleh masyarakat. Telah diakui dunia bahwa tempe adalah makanan asli Indonesia yang kandungan gizinya patut diperhitungkan. Cara pemanfaatan tempe antara lain digoreng, disayur lodeh, oseng-oseng, kering tempe, tempe burger, rolade tempe, dan sebagainya.

Tempe digemari orang bukan hanya rasanya yang gurih dan lezat, tetapi juga karena kaya gizi. Dengan kadar protein 18,3 per 100 gram, merupakan alternatif sumber protein nabati. Selain itu, tempe

kedelai juga mengandung beberapa asam amino yang diperlukan tubuh manusia. Untuk mengetahui kandungan gizi tempe kedelai dibanding dengan bahan bakunya (kedelai kuning dan kedelai hitam) dapat dilihat pada Tabel 6.2 berikut.

**Tabel 6.2 Komposisi Zat Gizi Tempe Kedelai dalam 100 gram**

| No. | Zat Gizi | Tempe Kedelai | Kedelai Kuning | Kedelai Hitam |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Energi | 149,0 kal | 400,0 kal | 385,0 kal |
| 2. | Air | 64,0 gram | 10,2 gram | 12,3 gram |
| 3. | Protein | 18,3 gram | 35,1 gram | 33,3 gram |
| 4. | Lemak | 4,0 gram | 17,7 gram | 15,0 gram |
| 5. | Karbohidrat | 12,7 gram | 32,0 gram | 35,4 gram |
| 6. | Serat | - | 4,2 gram | 4,3 gram |
| 7. | Abu | 1,0 gram | 4,0 gram | 4,0 gram |
| 8. | Kalsium | 129,0 mg | 226,0 mg | 213,0 mg |
| 9. | Besi | 10,0 mg | 8,5 mg | 9,5 mg |
| 10. | Vitamin B1 | 0,17 mg | 0,66 mg | 0,65 mg |
| 11. | Vitamin B2 | - | 0,22 mg | 0,23 mg |

**Sumber:** *Pembuatan Tempe dan Tahu Kedelai (2003)*

Dengan melihat kandungan gizi tersebut, yang dulunya tempe hanya dijadikan konsumsi kelas rakyat, namun sekarang sudah dinikmati segala lapisan. Bahkan restoran elit dan hotel berbintang pun menyajikan tempe dalam ragam penyajian yang lebih canggih. Bahkan para ahli di Jepang dan Amerika Serikat tertarik melakukan penelitian tempe, terutama berkaitan dengan teknologi fermentasi.

Secara tradisional tempe dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut.



**Gambar 6.2** *Cara menyortir biji kedelai*

### *a. Penyortiran*

Tujuannya untuk memisahkan benda yang tidak diinginkan, dan memilih biji yang baik. Caranya, biji kedelai diletakkan pada tampah/ nyiru kemudian ditampi.



**Gambar 6.3** *Cara mencuci biji kedelai*

### b. Pencucian I

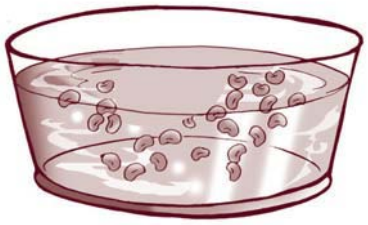
Biji kedelai dimasukkan ke dalam ember berisi air, dan lebih baik dicuci pada air yang mengalir. Tujuan pencucian ini adalah menghilangkan kotoran yang melekat atau bercampur dengan biji kedelai.



**Gambar 6.4** *Merebus kedelai*

### c. Perebusan I

Perebusan pertama berlangsung sekitar 30 menit sehingga diperoleh biji kedelai setengah matang.



**Gambar 6.5** *Perendaman kedelai*

### d. Perendaman

Perendaman berlangsung semalam atau kurang lebih 8 jam hingga menghasilkan kondisi asam. Tujuan perendaman ini selain melunakkan kedelai juga untuk mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi.



**Gambar 6.6** *Cara pengupasan kulit kedelai*

### e. Pengupasan kulit

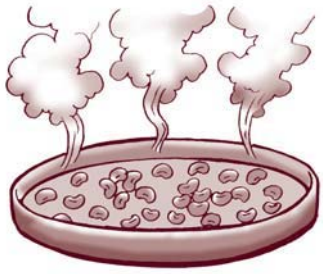
Keesokan harinya dilakukan pengupasan kulit. Caranya, kedelai diremas-remas dalam air sampai kulitnya terkelupas. Tujuan pengupasan kulit ini adalah agar ragi tumbuh dengan baik.



**Gambar 6.7** *Pencucian tahap II*



**Gambar 6.8** *Perebusan tahap II*



**Gambar 6.9** *Ditiriskan dan didinginkan*



**Gambar 6.10** *Kedelai dicampur dengan ragi*

### f. Pencucian II

Sekali lagi kedelai yang sudah dikupas kulitnya dicuci. Caranya, mirip mencuci beras yang akan dimasak. Tujuannya untuk menghilangkan kotoran yang masih ada dan kulit kedelai yang terkelupas.

### g. Perebusan II

Setelah kedelai dikupas kulitnya dan dicuci lagi, kemudian direbus hingga kedelai menjadi matang. Tujuannya adalah agar kedelai lebih lunak, menghilangkan bau, menambah rasa, dan membunuh bakteri yang mungkin tumbuh selama perendaman.

### h. Penirisan dan pendinginan

Setelah kedelai masak, tuang di tampah/nyiru dan diratakan tipis-tipis. Biarkan dingin sampai permukaan kedelai kering agar terhindar dari pertumbuhan mikroorganisme yang tidak dikehendaki. Tampah yang dipakai untuk penirisan dan pendinginan pilih yang benar-benar bersih bebas dari kotoran dan zat yang menghambat pertumbuhan ragi, misalnya garam.

### i. Peragian

Tahap ini merupakan kunci keberhasilan dalam membuat tempe kedelai. Taburkan ragi pada kedelai dan aduk sampai rata. Setelah itu, diangin-anginkan sebentar. Fungsi ragi selain untuk fermenter, juga sebagai pengikat keping-keping kedelai oleh miselium.




**Gambar 6.11**
*Membungkus tempe*




**Gambar 6.12**
*Cara memeram tempe*

### *j. Pembungkusan*

Campuran kedelai dan ragi dibungkus dengan menggunakan daun pisang yang bagian luarnya dilapisi kertas atau dibungkus menggunakan plastik dengan ukuran tertentu. Tujuan pembungkusan adalah untuk menciptakan keadaan anaerob, karena jamur *Rhizopus* akan bekerja dalam menguraikan kedelai dalam keadaan anaerob.

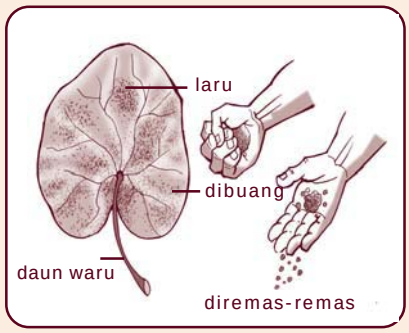
### *k. Pemeraman*

Bila pembungkusnya daun, maka pemeraman dilakukan dalam bakul bambu yang ditutup karung goni dengan suhu kurang lebih 30°C. Tetapi bila pembungkusnya plastik, pemeramannya diletakkan di rak-rak bambu. Setelah diperam semalam, jika pembungkusnya plastik, maka plastik pembungkus tersebut ditusuk-tusuk dengan lidi. Tujuannya agar udara segar dapat masuk dalam bahan tempe, setelah itu diperam satu malam lagi.

## Info **MEDIA**

### *Laru Daun*

Pada proses pembuatan tempe, pasti kita melakukan peragian. Ragi yang digunakan dapat berasal dari laru daun yang terdapat pada daun waru, daun jati atau daun pisang bekas pembungkus tempe. Karena tidak semua permukaan daun tersebut mengandung laru, maka bagian daun yang mengandung laru dipisahkan sedang sisa daun yang lain dibuang. Setelah itu laru daun diremas-remas lalu dicampurkan ke dalam biji kedelai yang hendak dilakukan peragian. Untuk 1 kg kedelai diperlukan 2-3 helai daun yang mengandung laru.



## 2. Pembuatan Tape Singkong

Yang dimaksud tape adalah suatu hasil yang dibuat dari bahan-bahan sumber pati, seperti ubi, singkong, dan beras ketan, dengan diberi ragi dalam proses pembuatannya.

Singkong adalah salah satu jenis umbi-umbian yang cukup banyak dikenal masyarakat Indonesia. Umbi tanaman singkong selain dapat dikonsumsi langsung juga dapat dibuat tapioka, gaplek, kerupuk, tape, dan sebagainya.

Tape singkong dapat diolah lebih lanjut menjadi minuman alkohol, sirup glukosa, sari tape, asam cuka, dan sebagainya.

Untuk lebih jelasnya, perhatikan langkah-langkah pembuatan tape singkong berikut ini.

### *a. Pengupasan kulit*

Kulit singkong dikupas dengan cara menyayat kulit secara memanjang lalu menarik bagian kulitnya. Setelah itu dikerik sampai lendirnya hilang, yaitu sampai singkong terasa kesat.



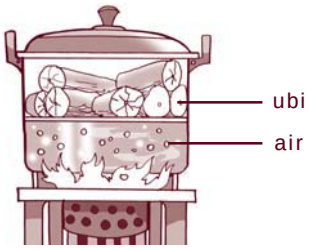
**Gambar 6.13** *Mengupas singkong*

### *b. Pencucian*

Singkong dicuci hingga bersih, kemudian dipotong kecil-kecil atau dibiarkan utuh.



**Gambar 6.14** *Mencuci singkong*



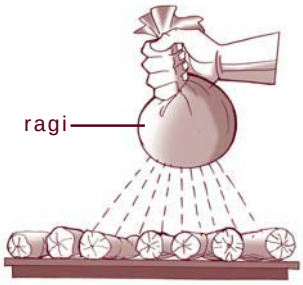

**Gambar 6.15** *Mengukus singkong*

### c. Pengukusan

Dengan menggunakan dandang, singkong dikukus sampai matang atau setengah matang, tergantung selera kita mau tape yang agak keras atau yang lembek.

### d. Pendinginan

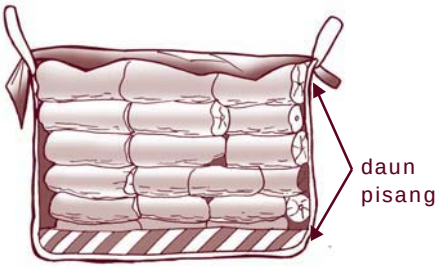
Singkong dipindahkan di atas nyiru, kemudian dibiarkan dingin.




**Gambar 6.16** *Cara menabur ragi*

### e. Peragian

Setelah dingin, ragi ditaburkan secara merata. Bila tape dibuat dalam jumlah banyak sebaiknya ragi tersebut dibungkus dengan kantong kain, kemudian ditepuk-tepukkan secara merata pada singkong yang telah didinginkan tersebut.




**Gambar 6.17** *Cara pemeraman tape*

### f. Pemeraman

Singkong yang telah beragi itu diatur ke dalam keranjang yang dialasi daun pisang yang bersih, dikerudungi dan ditutupi dengan daun rapat-rapat. Kemudian diperam selama 2-3 hari pada suhu kamar. Selama masa pemeraman tidak boleh dibuka dan tidak boleh terkena tangan agar tape yang dihasilkan tidak kecut (masam).

## Tugas 6.1

**Membuat Tape Singkong**

Buatlah tape singkong dengan bahan baku singkong (ketela pohon) 1 kg untuk tiap kelompok.

Tiap kelompok kelompok terdiri atas 5 siswa. Tempat pelaksanaan di laboratorium sekolah dan waktunya di luar jam pelajaran. Setelah jadi, tape hasil kegiatan ditampilkan di depan kelas. Diskusikan hasilnya.

## 3. Hidroponik

Dalam bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Beberapa hasil bioteknologi dalam bidang pertanian antara lain kultur jaringan, hidroponik, pembuatan tumbuhan kebal hama, dan tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen sendiri.

Pada bagian ini kita akan mempelajari teknik tanam dengan sistem hidroponik, karena di antara hasil bioteknologi bidang pertanian, teknik ini paling memungkinkan untuk kita lakukan.

Hidroponik (*hydroponics*) adalah cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Di kalangan umum, istilah ini dikenal sebagai "bercocok tanam tanpa tanah". Termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lainnya yang menggunakan air atau bahan yang bersifat porus, seperti pecahan genting, pasir kali, kerikil, spons, sabut kelapa, arang kayu, dan sebagainya.



*pasir*



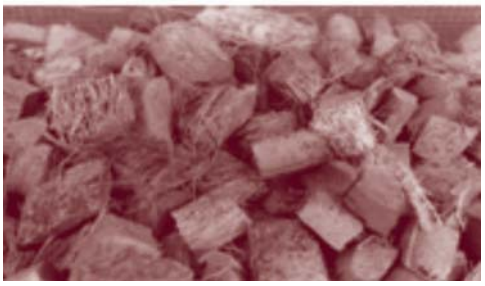
*batu bata*



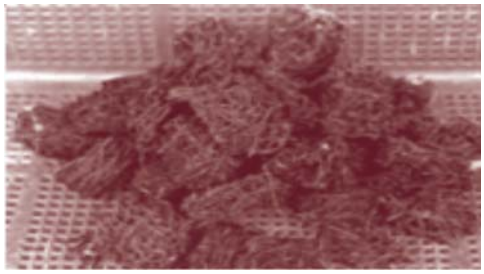
*pecahan genting*



*arang kayu*



*sabut kelapa*



*batang pakis haji*

**Gambar 6.18** *Media tanam yang dapat digunakan dalam hidroponik*
**Sumber:** *Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya*

Istilah hidroponik lahir tahun 1936, untuk memberi hasil percobaan DR.WF.Gericke, seorang agronomis dari Universitas California, USA. Hasil percobaannya berupa tomat setinggi 3 meter yang penuh buah dan ditanam dalam bak berisi mineral hasil uji cobanya. Maka sejak itu hidroponik berarti *hydros* adalah air dan *ponics* untuk menyebut pengerjaan atau bercocok tanam. Dalam perkembangannya hidroponik tidak lagi sebatas di laboratorium saja, tetapi dengan teknik yang sederhana dapat diterapkan siapa saja, termasuk ibu rumah tangga.

### *a. Keunggulan hidroponik*

Kelebihan sistem tanam hidroponik antara lain sebagai berikut.

1) Perawatan lebih praktis dan gangguan hama lebih terkontrol.
2) Pemakaian pupuk lebih hemat.
3) Tanaman hidroponik dapat tumbuh lebih pesat dengan keadaan tidak kotor dan tidak rusak.
4) Beberapa jenis tanaman bisa dibudidayakan di luar musim.
5) Tanaman hidroponik dilakukan pada lahan atau ruang yang terbatas, misalnya: di atap, dapur, atau garasi.

### b. Metode hidroponik

Pada dasarnya metode hidroponik dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

*1) Hidroponik substrat*

Metode ini tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat (bukan tanah) yang dapat menyerap atau menyediakan nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung akar tanaman seperti halnya fungsi tanah. Media yang dapat digunakan dalam hidroponik substrat antara lain batu apung, pasir, serbuk gergaji, atau gambut.

Media tanam sebelum digunakan harus dilakukan sterilisasi dahulu. Cara paling umum dilakukan adalah dengan penguapan atau dengan bahan kimia.

Larutan nutrisi atau pupuk diberikan dengan cara disiramkan atau dialirkan melalui sistem irigasi, setiap pemberian larutan nutrisi, harus dapat melembapkan barisan tanaman secara seragam. Banyaknya penyiraman tergantung dari pertumbuhan tanaman, jenis substrat, dan iklim. Permukaan substrat yang kasar dan tidak teratur harus lebih sering disiram.



**Gambar 6.19** *Tanaman tomat hidroponik dengan media pasir*
**Sumber:** *Hidroponik (2002)*

*2) Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)*

Metode ini dilakukan dengan cara meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut dialirkan dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran berkembang di dalam larutan nutrien.



**Gambar 6.20** *Hidroponik dengan metode NFT*
**Sumber:** *Hidroponik (2002)*

### c. Larutan nutrien

Larutan nutrien atau zat hara, adalah makanan bagi tanaman yang berupa campuran garam-garam pupuk yang dilarutkan dan diberikan secara teratur. Karena pada sistem hidroponik, media tanam hanya sebagai penopang akar, sehingga garam-garam pupuk harus mengandung semua unsur yang diperlukan tanaman.

Zat-zat hara untuk keperluan hidroponik dapat diperoleh di pasaran dalam bentuk formula yang sudah jadi, seperti Hyponex atau Margaflor.

### d. Merakit hidroponik

Jenis tanaman yang dapat ditanam secara hidroponik, baik di kebun maupun di rumah antara lain, cabai, paprika, tomat, asparagus, bunga kol, seledri, selada, semangka, labu, jagung manis, terung, dan tanaman hias.

Berikut ini cara merakit hidroponik untuk menanam tanaman seperti tomat, paprika, dan melon.

*1) Persiapan lahan*

Untuk menghindari tanaman dari pengaruh lingkungan, sebaiknya dibangun rumah plastik. Ukurannya disesuaikan dengan luas lahan. Bagian alas/lantai dibuat bedengan dengan lebar sekitar 70 cm dan panjangnya sesuai lahan yang tersedia. Tinggi bedengan sekitar 20-30 cm. Kemudian bedengan ditutup dengan plastik hitam yang agak tebal untuk mencegah penularan penyakit yang berasal dari tanah.

*2) Persiapan wadah*

Sebagai wadah untuk menanam hidroponik dapat digunakan polibag atau kantong plastik hitam ukuran tinggi 50 cm dan diameter 30 cm. Dipilih warna hitam agar sinar matahari tidak mampu menembus akar, jadi tidak ada kemungkinan ganggang tumbuh dan merusak akar. Pada dasar polibag dilubangi untuk keluar air dan samping polibag juga dilubangi 4 tempat.

*3) Memasukkan media tanam*

Lapisan pertama masukkan ijuk atau sabut kelapa yang sudah disterilkan/ditumbuk sebagai filter, lalu di atasnya diberi pasir setinggi 30 cm. Media ini harus dalam keadaan steril.

*4) Penanaman bibit*

Setiap polibag hanya ditanam satu bibit saja. Polibag yang sudah ditanami bibit diatur di atas bedengan.

*5) Penyiraman larutan nutrien*

Penyiraman paling mudah dilakukan dengan menggunakan gembor atau *hand sprayer*. Larutan nutrien dapat diperoleh di toko obat pertanian yang khusus untuk hidroponik, atau dapat digunakan NPK, urea, dan TSP sebagai pupuk makro, sedangkan pupuk mikro pilih pupuk yang mengandung Mn, Fe, Zn, dan Cu. Penggunaan pupuk makro sesuaikan fase pertumbuhan.

*6) Perawatan lain*

Beberapa jenis perawatan yang perlu dilakukan adalah:

a) Pengikatan atau pengajiran, agar tanaman dapat berdiri tegak, setelah umur 1 minggu. Ajir dapat terbuat dari kayu atau bilah bambu.
b) Pemangkasan, daun-daun yang sudah tua sebaiknya dipangkas. Untuk beberapa tanaman seperti paprika cabang yang tidak dipilih sebagai cabang untuk berproduksi, dipangkas menggunakan gunting yang tajam.
c) Pemberantasan hama, disemprot dengan insektisida sesuai dosis yang dibutuhkan.

## Kegiatan 6.2

**Menanam Tomat dengan Sistem Hidroponik**

**A. Tujuan**

Mengetahui cara menanam tomat dengan sistem hidroponik.

**B. Alat dan Bahan**

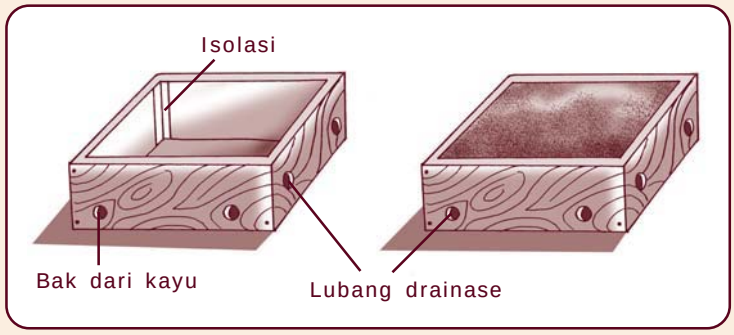
1. Pasir
2. Polibag ukuran tinggi 50 cm dan diameter 30 cm
3. Kotak kayu
4. Biji tomat
5. Sekop atau cetok
6. Alat penyiram
7. Gelas plastik
8. Garpu
9. *Hand sprayer*

**C. Cara Kerja**

**1. Membuat Persemaian**

a. Buat kotak kayu untuk persemaian dengan ukuran 50 cm × 100 cm dan tinggi 6-10 cm, bagian samping diberi lubang untuk pembuangan air.

b. Masukkan media pasir sampai 3 cm dari permukaan kotak, dan uji dengan air apakah drainase berjalan lancar (lihat Gambar 6.21).




**Gambar 6.21** *Tempat persemaian yang dibuat dari kayu*
**Sumber:** *Hidroponik 2002*

c. Taburkan benih di atas media, tetapi jangan terlalu rapat. Kemudian tutup dengan pasir kurang lebih dengan ketebalan 1 cm.

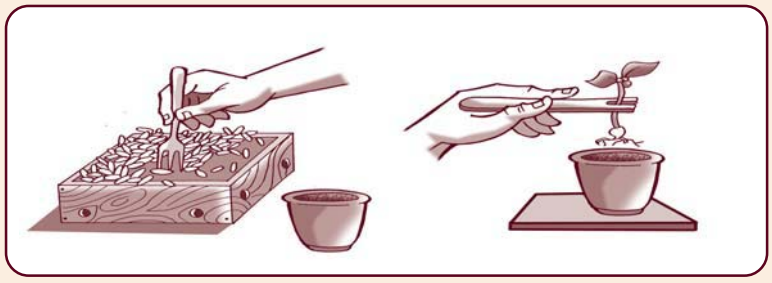
d. Letakkan persemaian di tempat yang terlindung dari hujan dan cahaya matahari secara langsung.

**2. Merawat Bibit**

Biji tomat yang sudah tumbuh diberi larutan mineral dengan dosis yang tepat. Penyiraman dilakukan pagi dan sore menggunakan *hand sprayer*.

**3. Penyapihan Bibit**

Setelah muncul dua sampai empat daun yang sudah mekar, tanaman dipisahkan dan dipindahkan ke gelas plastik/pot kecil dengan media pasir dan disiram nutrisi pagi dan sore. Cara pemindahan bibit dicabut hati-hati menggunakan garpu (lihat Gambar 6.22)!



**Gambar 6.22** *Cara pemindahan bibit*
**Sumber:** *Hidroponik (2002)*

**4. Penanaman**

Setelah bibit berumur 3 minggu pindahkan ke polibag penanaman! Untuk memudahkan pencabutan, dapat menggunakan garpu.

**5. Perawatan Tanaman**

Lakukan perawatan tanaman dengan menyiram tiap hari dan memberantas hama yang mengganggu! Pupuk/zat nutrien yang digunakan adalah Margaflor, Lewatit atau Pastrogen, yang dapat diperoleh di toko-toko pertanian. Bila tidak ada zat-zat tersebut dapat digunakan pupuk yang dilarutkan air. Aturannya menurut petunjuk penggunaan.

**6. Mencatat Pertumbuhan Tanaman**

Hal-hal yang perlu dicatat adalah:

a. Umur tanaman pada waktu berbunga.
b. Jumlah bunga yang dapat menjadi buah.
c. Umur tanaman pada saat dapat dipanen.
d. Keadaan buah hasil panen.
e. Tinggi tanaman saat berbuah.

Setelah kegiatan tersebut dilaksanakan buat laporan dan kumpulkan kepada guru.



## C. Dampak Negatif Penggunaan Bioteknologi

### 1. Dampak terhadap Lingkungan

Selain membawa keuntungan bagi manusia, aplikasi bioteknologi ternyata menimbulkan akibat buruk oleh penerapan teknologi tersebut. Contohnya, pembuatan tempe atau kecap dalam skala besar dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Air limbah dan kulit kedelai dari proses pembuatan tempe, apabila dibiarkan tergenang dalam waktu cukup lama, limbah tersebut mengubah lingkungan menjadi tidak sehat. Jika air limbah itu dibiarkan mengalir ke dalam kolam-kolam ikan atau

ke lahan-lahan persawahan, kehidupan ikan atau tanaman akan terganggu, bahkan bisa mati. Selain meracuni organisme yang hidup di dalam air, limbah ini juga menimbulkan bau yang tidak enak. Untuk itu maka perlu ditangani secara baik agar tidak mencemari lingkungan.

## 2. Dampak Sosial

Produk minuman beralkohol seperti bir, anggur, wiski, dan air tape terkadang juga menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Dampak tersebut berupa kebiasaan meminum minuman beralkohol tersebut sehingga mabuk. Minuman beralkohol bila diminum dalam jumlah banyak bersifat memabukkan dan menyebabkan kantuk karena menekan aktivitas otak.

Alkohol juga bersifat candu. Orang yang sering minum alkohol dapat menjadi ketagihan dan sulit untuk meninggalkan kebiasaan minum minuman beralkohol. Walaupun tidak beracun, alkohol dapat menimbulkan angka kematian yang tinggi, misalnya pengemudi kendaraan yang dalam keadaan mabuk menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

Alkohol yang terdapat dalam minuman beralkohol kadarnya bermacam-macam. Secara alami alkohol hasil fermentasi kadarnya 12-15 % karena pada larutan yang berkadar sebesar ini ragi akan mati. Tetapi melalui proses penyulingan dapat diperoleh alkohol sampai 95,5%.



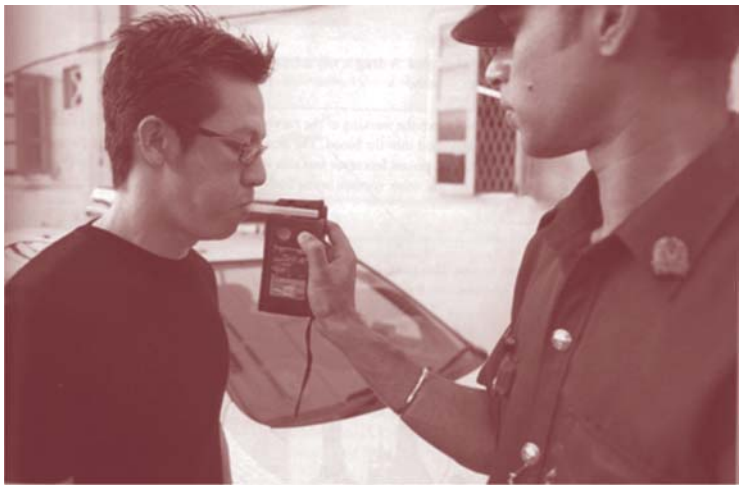
**Gambar 6.23** *Berbagai dampak sosial akibat minum minuman keras*
**Sumber:** *Essential of Biology (2004)*

## D. Usaha Mengatasi Dampak Penerapan Bioteknologi

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi/mengatasi akibat buruk penggunaan bioteknologi antara lain:

1. Penanganan limbah tempe, yang secara sederhana dapat dilakukan dengan cara:
   a. Menampung dan menyaring limbah/air limbah tempe ke dalam sebuah bak. Kemudian bak ditutup agar tidak menimbulkan bau.
   b. Kemudian, mengalirkan air limbah yang sudah disaring ke bak pengumpul. Pada bak ini, air limbah yang berasal dari beberapa kali proses pembuatan tempe akan bercampur secara merata dan seragam.
   c. Terakhir, mengalirkan air limbah yang berasal dari bak penampung, ke bak kedap udara dan selanjutnya diendapkan selama 20 hari. Di dalam bak kedap udara, benda-benda (polutan) berat yang dapat membahayakan lingkungan diuraikan oleh mikroorganisme secara alami sehingga menjadi tidak berbahaya.
2. Untuk minuman beralkohol dikenai cukai atau pajak yang tinggi sehingga harganya mahal. Akibatnya tidak sembarang orang dapat mengonsumsi. Selain itu juga secara rutin diadakan penyitaan dan pemusnahan minum-minuman keras terutama yang berkadar alkohol tinggi.
3. Di beberapa negara untuk mengurangi kecelakaan, pengemudi mobil di tes kadar alkohol dalam darahnya seperti Gambar 6.23.

Coba kalian sebutkan usaha-usaha yang lain untuk mengatasi dampak penerapan bioteknologi, carilah dari berbagai referensi baik media cetak maupun elektronik.



**Gambar 6.24** *Polisi lalu lintas sedang mengetes kadar alkohol pengemudi kendaraan*
**Sumber:** *Essential of Biology (2004)*

## Tugas 6.2

Buatlah kliping tentang dampak penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang dan cara-cara penanggulangannya! Kliping minimal lima judul!

## Rangkuman

1. Bioteknologi: penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu.
2. Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi konvensional (sederhana) dan bioteknologi modern.
3. Dampak penggunaan bioteknologi
   a. Dampak terhadap lingkungan
   b. Dampak sosial

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi coba sebutkanlah contoh-contoh penerapan bioteknologi baik konvensional maupun modern dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Berikut ini ilmu-ilmu yang mendukung dalam penerapan bioteknologi, ***kecuali*** . . . .
   a. biokimia
   b. genetika
   c. fisika
   d. kimia
2. Perhatikan produk-produk makanan dan minuman berikut.
   1. *Tempe*
   2. *Tahu*
   3. *Tape*
   4. *Bir*
   5. *Sirup*
   6. *Kecap*

   Produk makanan dan minuman yang memanfaatkan mikroorganisme adalah . . . .
   a. 1,2, dan 3
   b. 1,2, dan 5
   c. 2,3, dan 5
   d. 3,4, dan 6
3. Di bawah ini produk bioteknologi asli Indonesia, ***kecuali*** . . . .
   a. tahu
   b. tempe
   c. kecap
   d. roti
4. Mikroorganisme yang digunakan untuk membantu membuat tempe adalah . . . .
   a. *Sacharomyces cereviceae*
   b. *Acetobacter xylinum*
   c. *Neurospora crassa*
   d. *Rhizopus oligosporus*
5. Keunggulan tempe kedelai dibanding bahan bakunya yang berupa kedelai adalah . . . .
   a. menghasilkan energi lebih tinggi
   b. mudah dicerna
   c. kadar protein lebih tinggi
   d. lebih murah

6. Perhatikan beberapa tahap pembuatan tempe kedelai berikut.
   1. *Pencucian*
   2. *Perebusan*
   3. *Penirisan*
   4. *Peragian*
   5. *Pemeraman*

   Urutan yang benar dalam proses pembuatan tempe adalah . . . .
   a. 1-2-3-4-5
   b. 1-3-2-4-5
   c. 2-1-3-4-5
   d. 5-4-3-1-2
7. Dalam proses pembuatan tempe, agar kulit kedelai mudah lepas, dilakukan . . . .
   a. perebusan
   b. perendaman
   c. penjemuran
   d. peragian
8. Dalam proses pemeraman tempe, suhu yang sesuai kurang lebih . . . .
   a. 30° C
   b. 32° C
   c. 34° C
   d. 35° C
9. Mikroorganisme yang digunakan untuk membuat tape adalah . . . .
   a. *Sacharomyces cereviceae*
   b. *Rhizopus oryzae*
   c. *Neurospora crassa*
   d. *Acetobacter xylinum*
10. Kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi tape adalah . . . .
    a. 5 - 10 %
    b. 12 - 15 %
    c. 30 - 50 %
    d. lebih dari 75 %
11. Bahan untuk membuat brem padat adalah . . . .
    a. tape singkong
    b. tape ketan
    c. anggur
    d. bir hitam

12. Jenis tanaman yang biasa ditanam secara hidroponik adalah . . . .
    a. jagung, kacang tanah, cabe
    b. beringin, terung, semangka
    c. bougenvil, mangga, kangkung
    d. cabe, selada, semangka
13. Yang dianggap tanaman hidroponik pertama adalah . . . .
    a. cabe
    b. tomat
    c. selada
    d. paprika
14. Berikut ini keunggulan sistem tanaman hidroponik, ***kecuali*** . . . .
    a. dapat dibudidayakan di luar musim
    b. pemakaian pupuk hemat
    c. harganya murah
    d. perawatan lebih praktis
15. Kantong plastik yang digunakan untuk wadah dalam hidroponik dipilih yang berwarna hitam karena . . . .
    a. lebih awet dan tahan panas
    b. tampak lebih bersih
    c. agar sinar matahari tidak menembus akar
    d. mudah menyerap panas dari lingkungan
16. Berikut ini adalah unsur-unsur mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, ***kecuali*** . . . .
    a. nitrogen
    b. ferrum
    c. tembaga
    d. zeng
17. Perbedaan antara hidroponik metode substrat dengan metode NFT adalah . . . .
    a. jenis tanamannya
    b. jenis medianya
    c. jenis pupuknya
    d. asal bibitnya
18. Banyak sedikitnya penyiraman tanaman hidroponik metode substrat, tergantung dari faktor berikut ini, ***kecuali*** . . . .
    a. umur tanaman
    b. iklim
    c. jenis substrat
    d. jenis pupuk

19. Substrat yang paling banyak menahan air adalah . . . .
    a. arang kayu
    b. batu apung
    c. serabut kelapa
    d. pasir
20. Meminum alkohol berlebihan dapat menyebabkan kantuk, karena . . . .
    a. banyak menghasilkan energi
    b. menekan aktivitas otak
    c. mengenyangkan perut
    d. merangsang saraf mata

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Apakah yang dimaksud bioteknologi?
2. Jelaskan perbedaan bioteknologi tradisional dengan bioteknologi modern!
3. Mengapa dalam pembuatan tape dapat dihasilkan tape yang rasanya kecut atau masam?
4. Jelaskan perbedaan hidroponik metode NFT dengan metode substrat!
5. Jelaskan cara menangani limbah dari proses pembuatan tempe!

**Proyek**

**Membuat Tempe Kedelai**

Buatlah tempe kedelai dengan bahan baku kedelai ½ kg untuk tiap kelompok.

Tiap kelompok terdiri atas 5 siswa dan salah satu sebagai ketua. Tempat pelaksanaan di laboratorium sekolah. Setelah selesai, tempe hasil kegiatan ditampilkan di depan kelas. Diskusikan hasilnya.

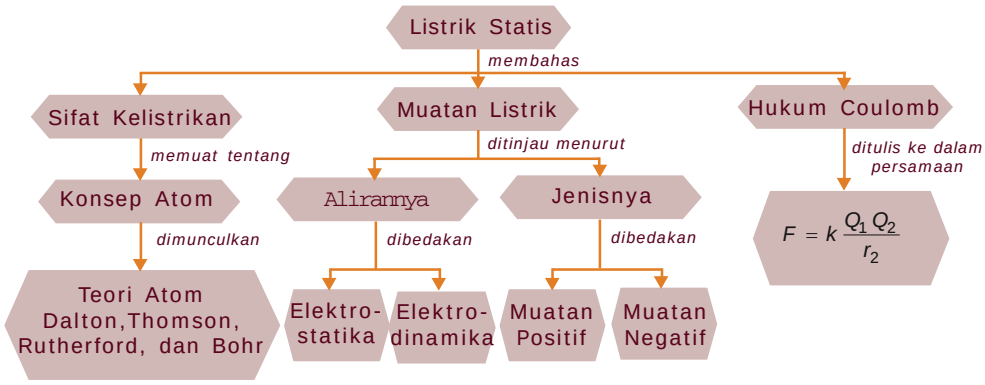
# Bab 7

# Listrik Statis

Pada minggu yang cerah, Icha menyetrika baju seragamnya. Sambil menunggu panasnya setrika, ia menggosok-gosokkan setrika pada bajunya yang tipis. Ternyata Icha melihat dan merasakan seakan-akan baju itu tertarik oleh setrika dan terdengar olehnya bunyi gemercik. Mengapa semua itu bisa terjadi? Bagaimana hubungannya dengan konsep fisika? Untuk menjawab pertanyaan ini perlu diperhatikan beberapa konsep, yaitu menggosok, panas, dan baju tipis. Saat Icha menggosok baju dengan setrika ada perpindahan energi gerak yang diberikan ke baju. Setrika yang panas akan memudahkan perpindahan muatan, sedangkan sifat atau jenis baju sangat menentukan mudah tidaknya terjadi perpindahan muatan. Oleh karena itu, baju yang kering akibat disetrika, akan mudah menimbulkan sifat kelistrikan begitu juga pada rambut kering bila digosok dengan sisir, maka sisir itu akan bermuatan listrik. Mengapa harus yang kering? Tentu karena air mempunyai sifat konduktor yang kurang baik dan energi yang ditimbulkan akibat gosokan antara rambut basah dan sisir plastik akan diserap oleh air tersebut, sehingga tidak muncul gejala kelistrikannya. Gejala lain dari sifat kelistrikan secara alami adalah petir. Untuk memahami konsep listrik statis dan penerapannya lebih lanjut akan dijelaskan pada bab ini.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Muatan listrik
- Deret tribolistik
- Hukum Coulomb

Sifat kelistrikan suatu benda ditunjukkan adanya muatan listrik yang terdapat pada benda tersebut. Ada dua jenis muatan listrik yaitu muatan positif dan negatif. Suatu benda dikatakan bermuatan positif jika kelebihan proton atau kekurangan elektron, dan sebaliknya benda akan bermuatan negatif jika kelebihan elektron atau kekurangan proton. Muatan listrik yang ditimbulkan oleh sisir atau mistar masih sulit untuk ditunjukkan bahwa muatannya bersifat positif atau negatif. Untuk mengetahuinya kita dapat melakukan kegiatan berikut!

## Kegiatan

Lakukan kegiatan ini secara kelompok (ikuti petunjuk guru).

**A. Tujuan**

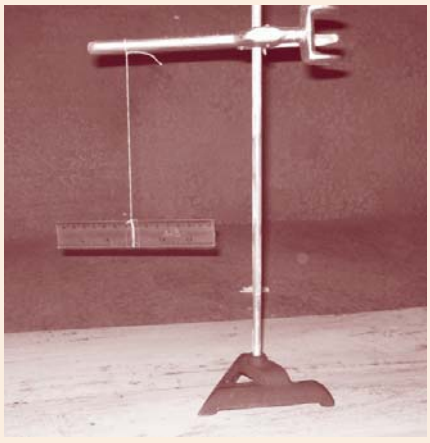
Untuk mengetahui sifat kelistrikan yang ditimbulkan oleh penggaris plastik.

**B. Alat dan Bahan**

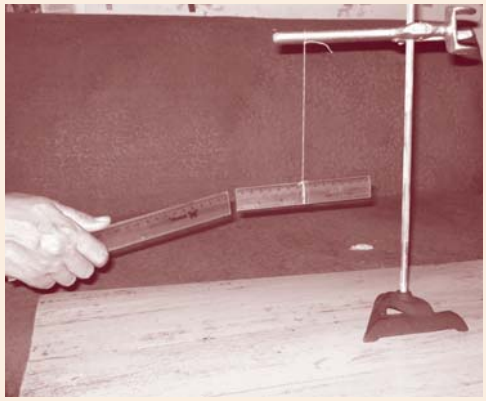
1. Dua buah penggaris plastik yang masih baru.
2. Benang
3. Tiang statif
4. Dua batang kaca
5. Kapas

**C. Cara Kerja**

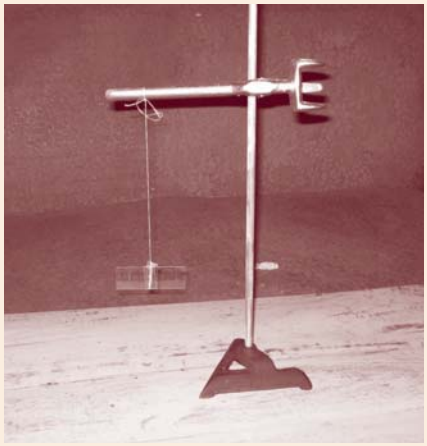
1. Ambil dua buah mistar plastik.
2. Gantungkan salah satu mistar itu dengan benang pada sebuah statif seperti gambar berikut.



3. Gosok-gosokkan salah satu ujung mistar itu pada rambut yang kering.
4. Ambil mistar yang lain, dan gosokkan ujung mistar itu pada rambut yang kering.
5. Dekatkan kedua ujung mistar yang telah digosok seperti gambar. Amatilah apa yang terjadi.



6. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok kalian.
7. Ambillah dua batang kaca.
8. Gantungkan salah satu batang kaca dengan seutas benang pada sebuah statif seperti gambar di bawah ini.



9. Gosok-gosokkan salah satu ujung kaca itu dengan kapas yang kering.
10. Ambil kaca yang lain dan gosokkan ujung kaca dengan kapas yang kering.

11. Dekatkan kedua ujung kaca yang telah digosok. Amatilah apa yang terjadi.
12. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok kalian.
13. Dekatkan ujung mistar yang telah digosok rambut kering dengan ujung kaca yang telah digosok kapas kering. Amatilah apa yang terjadi.
14. Diskusikan hasil pengamatan ini dengan teman satu kelompok.
15. Buatlah suatu kesimpulan yang disertai alasan yang menunjukkan adanya sifat kelistrikan dari dua benda yang berbeda atau sama yaitu antara mistar dan kaca, mistar dan mistar, dan kaca dan kaca.
16. Presentasikan hasil pengamatan kegiatan ini.

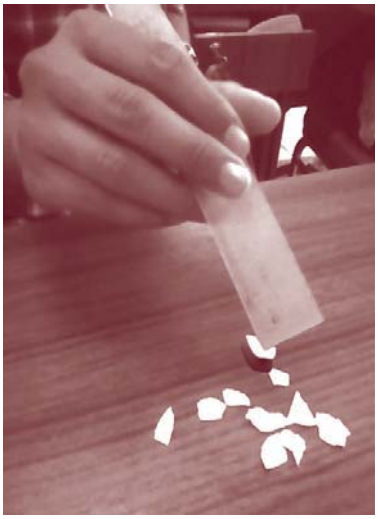


## A. Muatan Listrik

Di dalam kehidupan kita sehari-hari kata listrik bukan merupakan hal yang asing lagi. Banyak peralatan rumah tangga yang menggunakan listrik, misalnya setrika, radio, televisi, lemari es, kipas angin, mesin jahit listrik, magic jar, dan mesin cuci. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam kehidupan kita energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok. Oleh karena itu penting bagi kita untuk mempelajari listrik.

Dalam ilmu fisika, listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu listrik statis dan listrik dinamis. Listrik statis mempelajari sifat kelistrikan suatu benda tanpa memperhatikan gerakan atau aliran muatan listrik. Dalam ilmu fisika disebut **elektrostatika**. Sebaliknya, jika memperhatikan adanya muatan listrik yang bergerak atau mengalir, maka disebut listrik dinamis atau **elektrodinamika**. **Thales** dari Milete (540 – 546 SM) adalah ahli pikir Yunani purba, yang menurut sejarahnya bahwa gejala listrik statis terjadi pada batu ambar yang digosok dengan bulu. Ternyata batu ambar tersebut dapat menarik benda-benda ringan yang lain misalnya bulu ayam. Dalam bahasa Yunani batu ambar sering disebut elektron.

Sesuai dengan pengamatan pada kegiatan di atas ternyata benda-benda tertentu yang telah digosok dapat menarik benda-benda kecil yang ada di sekitarnya. Benda-benda yang telah digosok dan dapat menarik benda kecil yang ada di sekitarnya ini disebut benda yang telah bermuatan listrik.



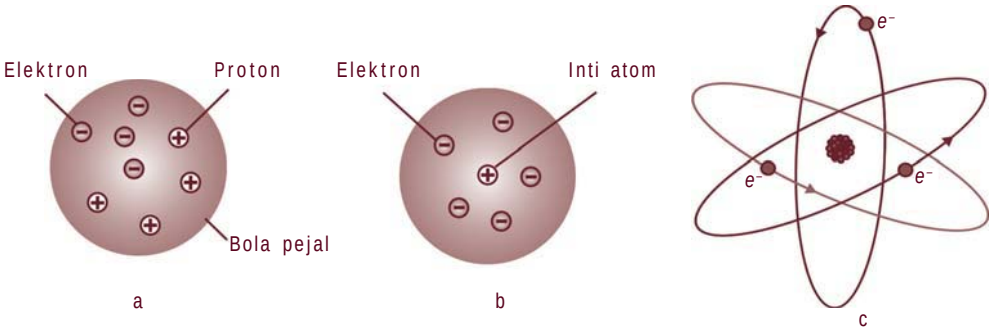
**Gambar 7.1** *Percobaan listrik statis*

Dari kegiatan di atas yang telah kalian lakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Plastik yang telah digosokkan pada rambut kering akan bermuatan listrik negatif.
2. Kaca yang telah digosok dengan bulu akan bermuatan listrik positif.
3. Dua buah benda yang bermuatan listrik sejenis akan tolak-menolak dan jika muatan listriknya berbeda akan tarik-menarik.

Untuk menerangkan pengertian adanya sifat kelistrikan pada suatu benda, perlu dipahami adanya konsep atom yang dimunculkan oleh para ahli di antaranya, teori atom Dalton, Thompson, Rutherford dan Bohr. Secara umum dapat dijelaskan bahwa:

1. Benda terdiri atas atom-atom sejenis.
2. Setiap atom terdiri atas sebuah inti yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron.
3. Inti atom bermuatan positif, elektron bermuatan negatif.
4. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif dan netron yang tidak bermuatan listrik.




**Gambar 7.2** *a) Model atom Thomson, b) atom Rutherford, c) inti atom*
**Sumber:** *www.britannica.com*

## Info **MEDIA**

***Benjamin Franklin***



Benjamin Franklin (1706-1790) adalah seorang negarawan terkemuka dan membantu dalam penyusunan undang-undang Amerika Serikat. Dia juga seorang pengarang, penerbit, filsuf, dan ilmuwan. Selain penangkal petir, dia menciptakan kursi goyang, kompor berbahan bakar kayu, dan kacamata dua fokus. Pada tahun 1770, dia menemukan arus hangat di Samudra Atlantik yang diberi nama *Gulf Stream* (Arus Teluk).

Benda atau materi pada umumnya mempunyai jumlah proton sama dengan jumlah elektron benda disebut dalam keadaan netral. Jika keseimbangan antara jumlah proton dan jumlah elektron terusik yaitu adanya pengurangan atau penambahan muatan elektron, maka benda tersebut dikatakan bermuatan listrik. Benda akan bermuatan listrik positif bila kekurangan elektron dan benda bermuatan negatif apabila kelebihan elektron.

Cara tradisional untuk memperoleh benda bermuatan listrik bisa dilakukan dengan gosokan. Jika dua benda saling digosokkan, maka elektron dari benda yang satu akan pindah ke benda yang lain, sehingga benda yang kehilangan elektron akan bermuatan positif dan benda yang menerima pindahan elektron akan bermuatan negatif. Menurut **Benjamin Franklin** (1706–1790), adanya perpindahan muatan dari benda satu ke benda yang lain merupakan implikasi dari hukum kekekalan muatan, artinya pada saat terjadi gosokan antara dua benda, tidak menciptakan muatan listrik baru namun prosesnya merupakan perpindahan muatan dari satu benda ke benda yang lain.

Sebenarnya untuk perpindahan elektron antara dua benda keduanya tidak perlu digosok-gosokkan, cukup dikontakkan atau ditempelkan saja, tetapi dengan saling digosokkan, maka perpindahan elektron akan lebih mudah. Mengapa?

Jika ingin memperoleh logam bermuatan dengan cara gosokan, maka logam itu harus diisolasi dari tanah agar muatannya tidak dinetralkan, karena adanya aliran elektron ke tanah bila bendanya bermuatan negatif, atau sebaliknya elektron dari tanah bila benda tersebut bermuatan positif. Atau jika pemegang tidak pakai sepatu yang bersifat isolator maka muatan listrik bisa mengalir melalui tangan, badan, dan kaki si pembuat eksperimen.

Seorang ahli telah menyusun deret benda-benda, lihat Tabel 7.1! Deret benda tersebut menunjukkan bahwa benda akan memperoleh muatan negatif bila digosok dengan sembarang benda di atasnya, dan akan memperoleh muatan positif bila digosok dengan benda di bawahnya. Deret semacam ini dinamakan deret tribolistrik.

**Tabel 7.1 Deret Tribolistrik**

| No. | Nama Benda | No. | Nama Benda |
|---|---|---|---|
| 1. | Bulu kelinci | 8. | Kayu |
| 2. | Gelas | 9. | Batu Ambar |
| 3. | Mika | 10. | Damar |
| 4. | Wol | 11. | Logam (Cu, Ni, Ag) |
| 5. | Bulu kucing | 12. | Belerang |
| 6. | Sutra | 13. | Logam (Pt, Au) |
| 7. | Kapas | 14. | Seluloid |



## Tugas

1. Gelas dan mika akan mendapat muatan negatif bila digosok dengan bulu kelinci. Apakah muatan negatif tersebut mempunyai intensitas yang sama? Jelaskan!
2. Apakah bulu kelinci juga bermuatan, bagaimana jumlah muatan pada gelas dan bulu kelinci? Jelaskan dengan teori kekekalan muatan!



## B. Hukum Coulomb

Pada materi terdahulu telah kita pelajari bahwa ada dua jenis muatan listrik, yaitu muatan positif dan muatan negatif. **Charles Augustin Coulomb** (1736 – 1806) seorang ahli bangsa Perancis telah mengukur tarikan dan tolakan listrik secara kuantitatif dengan suatu percobaan menggunakan alat yang biasa disebut neraca puntir Coulomb.

Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Coulomb menunjukkan bahwa besar gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda yang bermuatan

listrik sebanding dengan muatan masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda itu.



**Gambar 7.3** *Neraca Puntir Coulomb*
**Sumber:** *www.geocities.com*




**Gambar 7.4** *Prinsip hukum Coulomb*

Jika muatan benda pertama dinyatakan dengan $Q_1$ dan benda kedua $Q_2$, jarak antara dua muatan adalah $r$, maka besarnya gaya tolak-menolak atau tarik-menarik antara dua muatan sejenis maupun tak sejenis, $F$, dapat ditulis sebagai berikut:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Dengan $k$ adalah konstanta perbandingan dan jika di ruang hampa udara besarnya $9 \times 10^9$ Nm$^2$/C$^2$. Dalam satuan MKS besarnya $F$ dinyatakan dalam satuan newton, dan jarak antara dua muatan dinyatakan dalam meter, sedang $Q$ dinyatakan dalam coulomb.

**Contoh soal:**

Dua buah muatan yang besarnya sama, masing-masing $Q_A$ dan $Q_B$ didekatkan sehingga kedua muatan tersebut saling menolak dengan gaya $F$. Jika masing-masing muatan diperbesar dua kali, maka berapakah gaya tolak antara keduanya?

***Penyelesaian:***

Diketahui : $Q_A' = 2Q_A$
$Q_B' = 2Q_B$

$Q_A = Q_B$ ; $F = k \frac{Q_A Q_B}{r^2}$

Ditanya : $F'$ = . . . ?

**Jawab** : $F' = k\frac{Q_A\,Q_B}{r^2}$

$= k\frac{2Q_A\,2Q_B}{r^2}$

$= 4k\frac{Q_A\,Q_B}{r^2}$

$= 4F$

## Rangkuman

1. Listrik statis adalah muatan listrik yang berada dalam keadaan diam.
2. Konsep atom secara umum:
   a. Benda terdiri atas atom-atom sejenis.
   b. Setiap atom terdiri atas sebuah inti yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron.
   c. Inti atom bermuatan positif, elektron bermuatan negatif.
   d. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif dan netron yang tidak bermuatan listrik.
3. Untuk memperoleh muatan dapat dilakukan dengan:
   a. gosokan
   b. induksi
4. Hukum Coulomb: Besarnya gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda yang bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan benda masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda itu.

$$F = k\frac{Q_1\,Q_2}{r^2}$$

## Refleksi

Setelah kalian pelajari materi tentang listrik statis, coba kalian pecahkan masalah berikut sebagai bahan refleksi.

Ketika kalian menyentuh logam pada pegangan pintu atau layar televisi, terkadang kalian merasakan adanya sengatan dan disertai rasa sakit. Nah, jelaskan berdasarkan konsep listrik statis yang telah kalian pelajari pada peristiwa di atas!

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Menurut deret tribolistrik, jika emas (Au) digosok dengan kain wol, maka emas akan . . . .
   a. bermuatan positif
   b. bermuatan negatif
   c. netral
   d. mungkin positif, mungkin negatif
2. Sebuah benda akan bermuatan positif bila . . . .
   a. kelebihan elektron
   b. kekurangan elektron
   c. kekurangan proton
   d. jumlah proton sama dengan jumlah elektron
3. Sebuah benda akan bermuatan negatif bila . . . .
   a. kelebihan elektron
   b. kekurangan elektron
   c. kekurangan proton
   d. jumlah proton sama dengan jumlah elektron
4. Jika di dalam suatu benda terdapat keseimbangan antara jumlah proton dengan jumlah elektron, maka benda tersebut . . . .
   a. bermuatan positif
   b. bermuatan negatif
   c. netral
   d. kadang-kadang bermuatan positif
5. Jika dua muatan listrik sejenis didekatkan akan tolak-menolak dan bila tidak sejenis didekatkan akan tarik-menarik. Pernyataan tersebut sesuai dengan . . . .
   a. hukum Ohm
   b. hukum Kirchoff
   c. hukum Newton
   d. hukum Coulomb

6. Pada hukum Coulomb besar gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan berbanding terbalik dengan . . . .
   a. besar muatan masing-masing
   b. kuadrat muatan masing-masing
   c. jarak antara dua muatan
   d. kuadrat jarak antara dua muatan
7. Satuan sistem internasional gaya Coulomb adalah . . . .
   a. meter
   b. newton
   c. coulomb
   d. $Nm^2/C^2$
8. Satuan sistem internasional muatan listrik adalah . . . .
   a. coulomb
   b. farad
   c. ampere
   d. mikrocoulomb
9. Dua buah muatan yang sejenis dan besarnya sama didekatkan pada jarak *d* ternyata kedua muatan saling menolak dengan gaya *F*. Agar gaya tolak menjadi $\frac{1}{16}$ kali semula, maka jarak kedua muatan harus diubah menjadi . . . .
   a. $\frac{1}{4}\ d$
   b. $\frac{1}{2}\ d$
   d. $4d$
   c. $2d$
10. Dua buah muatan A dan B yang besar dan sejenis didekatkan pada jarak *r* sehingga mengalami gaya tolak *F*. Jika jarak keduanya diubah menjadi setengah dari jarak semula, maka gaya tolak antara dua muatan tersebut menjadi . . . .
    a. $\frac{1}{4}F$
    b. $\frac{1}{2}\ F$
    c. $2F$
    d. $4F$

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan pengertian listrik statis!
2. Kapan suatu benda dikatakan:
   a. bermuatan positif,
   b. bermuatan negatif,
   c. netral?
3. Jelaskan terjadinya arus listrik di dalam suatu penghantar!
4. Bagaimanakah bunyi hukum Coulomb?
5. Dua buah muatan listrik yang tidak sejenis didekatkan akan tarik-menarik dan apabila semakin didekatkan gaya tarik akan semakin besar, mengapa demikian?

### Proyek

Bahan: Gelas, mika, bulu kucing, kapas, sutra, kayu, wool.
Urutkan data tersebut pada tabel sesuai dengan deret tribolistrik, sehingga akan diperoleh muatan negatif bila salah satu benda digosok dengan sembarang benda di atasnya.

**Tabel Hasil Pengamatan**

| No. | Nama Zat |
|---|---|
| 1. | ..... |
| 2. | ..... |
| 3. | ..... |
| 4. | ..... |
| 5. | ..... |
| 6. | ..... |
| 7. | ..... |

# Bab 8

# Listrik Dinamis

Tuti yang baru berusia lima tahun, pada suatu pagi bermain-main lampu senter. Ia menekan tombol merah, ternyata lampu senter menyala. Sambil melihat ibunya yang sedang menyapu, tangan Tuti memutar-mutar tutup senter sampai akhirnya tutup senter itu lepas. Tuti menekan tombol merah. Ia sangat heran karena lampu senter tidak menyala. Dari kejadian yang dilakukan oleh Tuti memunculkan suatu pertanyaan yaitu:

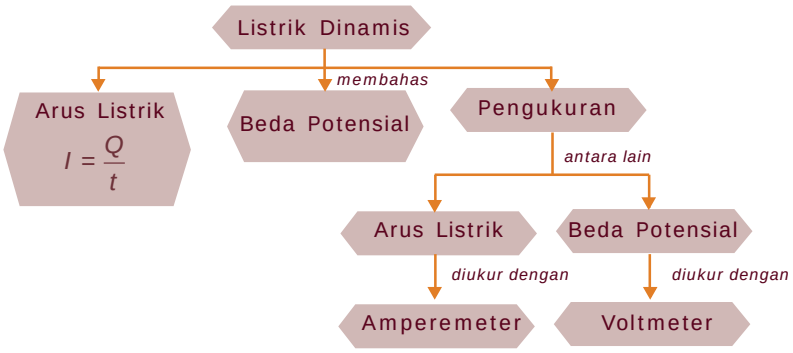
1. Apa yang menyebabkan lampu senter menyala?
2. Mengapa jika tutup lampu senter dilepas atau dikendorkan, lampu tersebut tidak dapat menyala?

Pertanyaan-pertanyaan di atas berhubungan dengan listrik dinamis.

Untuk menjawabnya marilah kita pelajari materi berikut.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Ampermeter
- Arus listrik
- Beda potensial
- Voltmeter

## Kegiatan 8.1

**A. Tujuan**

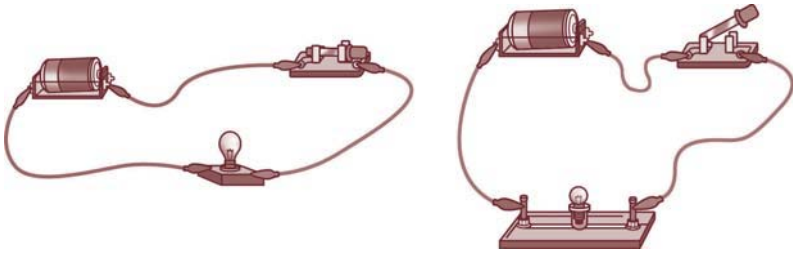
Mengamati cara kerja suatu rangkaian listrik.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah baterai dan tempatnya
2. Sebuah lampu pijar
3. Sakelar lengkap dengan kabel penghubung

**C. Cara Kerja**

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkailah baterai, lampu, dan sakelar menggunakan kabel penghubung seperti pada gambar di bawah ini.



(a) Sakelar tertutup



(b) Sakelar terbuka

3. Tekan sakelar, sehingga posisi sakelar seperti pada gambar a.
4. Amati lampu pijar. Apa yang terjadi?
5. Tekan sakelar, sehingga posisi sakelar seperti pada gambar b (sakelar terbuka.
6. Amati keadaan lampu pijar. Apa yang terjadi?
7. Diskusikan dengan teman sekelompok kalian mengapa semua itu terjadi?
8. Gunakan hasil diskusi dan hasil pengamatan untuk menjawab pertanyaan berikut ini:
   a. Rangkaian listrik pada Kegiatan 8.1, pada saat sakelar dalam keadaan tertutup disebut rangkaian listrik tertutup sedangkan pada saat sakelar dalam keadaan terbuka disebut . . . .

b. Pada saat sakelar tertutup, terdapat perbedaan . . . sehingga terjadi aliran . . . .
c. Pada saat sakelar terbuka, tidak terdapat perbedaan . . . sehingga tidak terjadi aliran . . . .

**D. Hasil Pengamatan:**

Buatlah kesimpulan disertai suatu alasan!



## A. Arus Listrik dan Beda Potensial Listrik

### 1. Arus Listrik

Analisis dari lampu senter dan kegiatan 8.1 dapat diterangkan secara fisika. Dengan adanya beda potensial yang ditunjukkan oleh sumber tegangan menyebabkan adanya aliran muatan. Banyaknya aliran muatan, $Q$, per satuan waktu, $t$, disebut arus muatan, $I$. Jika aliran muatan positif disebut arus listrik atau kuat arus. Secara matematika dapat ditulis,

$$I = \frac{Q}{t}$$

Dengan $Q$ dinyatakan dalam satuan coulomb (C), $t$ dalam satuan sekon, dan kuat arus dinyatakan dalam satuan ampere (A). Oleh karena itu, ampere dapat dinyatakan sebagai coulomb per sekon dan 1 ampere adalah 1 coloumb muatan yang mengalir dalam waktu 1 sekon. Seperti pada satuan panjang atau massa, satuan kuat arus dapat dinyatakan dalam satuan yang lebih kecil yaitu miliampere (mA) dan mikroampere ($\mu$A).

Hubungan satuan-satuan tersebut sebagai berikut:

$1\ \mu A = \frac{1}{1.000}\ A$ atau $1\ mA = 10^{-3}\ A$

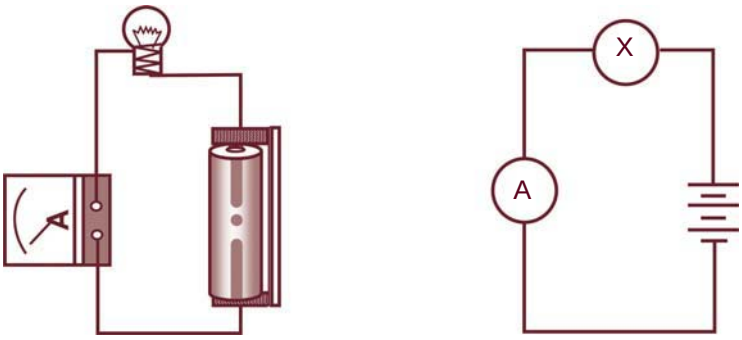
$1\ \mu A = \frac{1}{1.000.000}\ A$ atau $1\ mA = 10^{-6}\ A$

Apabila dalam suatu penghantar mengalir elektron sebanyak *N* dan masing-masing elektron bermuatan *e* coulomb, dengan $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ coulomb, maka kuat arus *I* adalah:

$$I = \frac{Ne}{t}$$

Arus listrik memiliki arah yaitu dari potensial tinggi ke potensial rendah. Oleh karena itu, arus listrik termasuk besaran vektor. Sedangkan kuat arus listrik tidak memiliki arah, maka kuat arus listrik termasuk besaran skalar.

**Amperemeter** adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik. Untuk mengukur kuat arus listrik, diukur dengan amperemeter, yang disusun secara seri atau berurutan dengan komponen yang akan diukur kuat arusnya. Mengapa harus dipasang seri? Penyusunan amperemeter untuk mengukur kuat arus yang lewat pada lampu dalam sebuah rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 8.1.




**Gambar 8.1** *Mengukur kuat arus*

## Tugas

Setelah kalian mempelajari tentang arus listrik, apakah perbedaan antara arus listrik dengan kuat arus listrik?

## 2. Beda Potensial

Aliran muatan dipengaruhi besar kecilnya potensial dari satu titik ke titik yang lain. Dengan kata lain, besarnya beda potensial akan mempengaruhi banyak muatan yang mengalir dalam suatu penghantar. Oleh karena itu, ada hubungan antara beda potensial dengan muatan listrik. Perpindahan muatan dari satu titik ke titik yang lain diperlukan energi. Jika muatannya adalah muatan elektron, maka dapat ditulis kembali dalam persamaan,

$$W = e\,V$$

Dengan satuan untuk energi adalah joule, sehingga berdasarkan persamaan di atas, joule dapat dinyatakan dengan satuan coulombvolt atau elektronvolt (eV).

**Contoh soal 8.1:**

Di dalam suatu penghantar dialiri muatan listrik sebesar 360 coulomb dalam waktu satu menit. Berapa besar arus listrik yang mengalir dalam penghantar tersebut?

***Penyelesaian:***

Diketahui : $Q$ = 360 coulomb
$t$ = 1 menit = 60 sekon
Ditanya : $I$ = . . . ?

***Jawab*** : $I = \frac{Q}{t}$

$= \frac{360\text{C}}{60\text{s}}$

= 6 ampere

## B. Mengukur Besar Arus Listrik dan Beda Potensial Listrik

### 1. Mengukur Arus Listrik

### Kegiatan 8.2

**A. Tujuan**

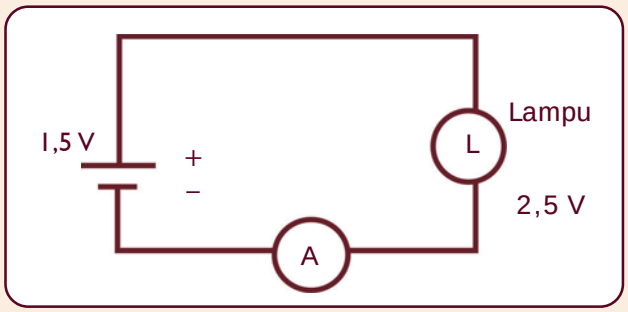
Mengukur besarnya kuat arus dalam suatu rangkaian

**B. Alat dan Bahan**

1. Dua buah baterai
2. Sebuah lampu bohlam
3. Kabel penghubung
4. Papan rangkaian
5. Sebuah AVOmeter

**C. Cara Kerja**

1. Hubungkan sebuah bola lampu dan sebuah baterai menggunakan kabel penghubung pada papan rangkaian, seperti gambar di bawah ini.




2. Siapkan AVOmeter untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian DC dengan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Masukkan colok merah ke terminal positif (+) dan colok hitam ke terminal negatif (–).
   b. Putarlah sakelar pilih ke daerah pengukuran DC – A.

c. Bila jarum penunjuk tidak tepat pada angka nol aturlah pengeset jarum.
d. Bila jarum penunjuk sudah tepat pada angka nol, maka AVO meter telah siap digunakan untuk mengukur arus yang mengalir pada rangkaian DC.

3. Gunakan AVO meter yang berfungsi sebagai amperemeter, dengan skala batas ukur sampai 1 A.
4. Amati apa yang terjadi pada lampu bohlam tersebut.
5. Apabila lampu menyala, catatlah hasil penunjuk amperemeter. Berapa angka yang ditunjukkan pada amperemeter?
6. Lepaslah salah satu kabel penghubung pada lampu. Apa yang terjadi?
7. Pada saat lampu mati, berapa besar kuat arusnya?
8. Bagaimana pendapat kalian tentang hubungan antara amperemeter dengan nyala atau matinya lampu dalam suatu rangkaian listrik?
9. Lakukan dengan cara yang sama, namun gunakan 2 baterai dalam rangkaian tersebut. Dengan menggunakan dua baterai, berapa besar sumber tegangan yang digunakan?
10. Apabila dibandingkan dengan menggunakan satu baterai, bagaimana keadaan nyala lampu ini?
11. Bagaimana hubungan besar kuat arus terhadap sumber tegangan?

**D. Hasil Pengamatan**

Buatlah kesimpulan yang disertai alasan untuk menganalisis pernyataan-pertanyaan berikut:

1. Hubungan kuat arus dengan beda potensial,
2. Nyala lampu dengan sumber tegangan,
3. Apa artinya jika angka amperemeter menunjukan angka nol, dan
4. Apakah angka yang ditunjukkan oleh amperemeter sama dengan kuat arus yang lewat pada lampu atau kuat arus yang dihasilkan oleh sumber tegangan?

## 2. Pengukuran Sumber Tegangan atau Beda Potensial

Secara kualitatif kita bisa menentukan besar suatu tegangan dari sumber tegangan yang digunakan dalam suatu rangkaian listrik. Misalkan, suatu baterai yang kalian gunakan dalam rangkaian pada Kegiatan 8.2, tertera 1,5 V atau mungkin 3 V. Angka ini adalah angka yang ditunjukkan oleh suatu industri di mana baterai itu dibuat. Bagaimana cara membuktikan bahwa angka-angka tersebut adalah benar adanya? Oleh karena itu, kita perlu mengadakan pengukuran yaitu dengan suatu alat yang disebut voltmeter.

### Kegiatan 8.3

**A. Tujuan**

Menentukan besar sumber tegangan dari suatu rangkaian.

**B. Alat dan Bahan**

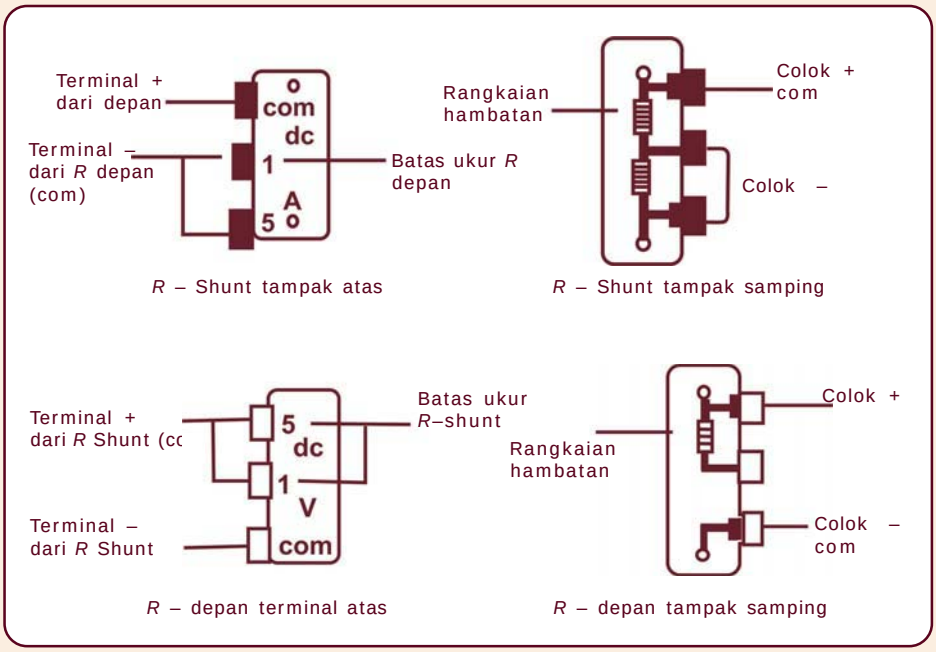
1. 4 buah baterai
2. Basicmeter (voltmeter)
3. Kabel secukupnya
4. Kotak tempat baterai

**C. Cara Kerja**

1. Beri tulisan pada masing-masing baterai $E_1$, $E_2$, $E_3$, dan $E_4$.
2. Cara menggunakan Basicmeter:
   Sebelum kita menggunakan Basicmeter, marilah kita pelajari dahulu mikroamperemeter. Bagian-bagian mikroamperemeter:
   a. Jarum penunjuk
   b. Terminal (+) mikroampere
   c. Terminal (–) mikroampere
   d. Skala penunjuk
   e. Sekrup pengatur nol

   ***Catatan:***
   a. Apabila dalam mikroamperemeter dipasang hambatan depan ($R$ – depan) atau hambatan Shunt ($R$ – Shunt) maka mikroamperemeter itu disebut Basicmeter Unit (BMU). Basic Meter Unit ini sering hanya disebut Basicmeter.
   b. Kalau Basicmeter digunakan untuk mengukur kuat arus searah (DC) maka padanya harus dipasang $R$ – Shunt.

c. Sedangkan untuk mengukur beda potensial atau beda tegangan maka pada mikroamperemeter harus dipasang *R* – depan. Lihat gambar di bawah ini.



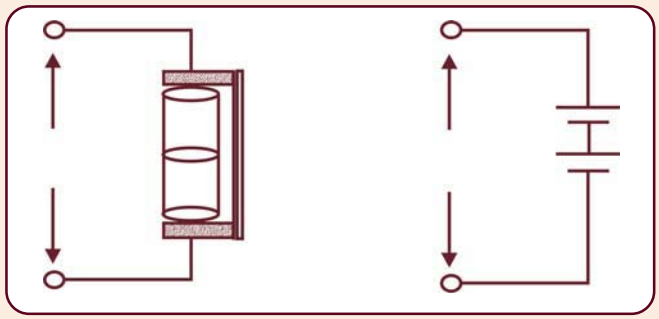

Terminal positif (+) dan negatif (–) dari mikroamperemeter berfungsi sebagai penghubung atau soket untuk colok-colok dari *R* – Shunt atau *R* – depan.

Batas ukur dari BMU sudah berubah sesuai dengan batas ukur yang tertera dalam *R* – depan atau *R* – Shunt yang kita pilih.

d. Cara membaca skala pengukuran Basic Meter Unit (BMU) sebagai berikut:

$$\frac{\text{Skala yang ditunjuk}}{\text{Skala maksimum}} \text{ batas ukur}$$

3. Aturlah batas ukur Basicmeter pada posisi 10 volt.
4. Ukurlah tegangan tiap baterai (sel) menggunakan Basic meter. Catat hasil pengukuran kalian.
5. Ambil 2 buah baterai $E_1$ dan $E_2$ kemudian rangkailah secara seri, seperti gambar berikut ini.



6. Ukur dan catatlah hasil penunjukan voltmeter.
7. Ambillah baterai $E_3$ kemudian ketiga baterai $E_1$, $E_2$, dan $E_3$ dirangkai secara seri. Ukur dan catat hasil penunjukan voltmeter.
8. Ambillah baterai $E_4$ kemudian keempat baterai, $E_1$, $E_2$, $E_3$, dan $E_4$ dirangkai secara seri! Ukur dan catat hasil penunjukan voltmeter.
9. Hitunglah tegangan terminal $E_T$ masing-masing untuk,

   $E_T = E_1 + E_2 + E_3 + \ldots . + E_n$,

**D. Hasil Pengamatan**

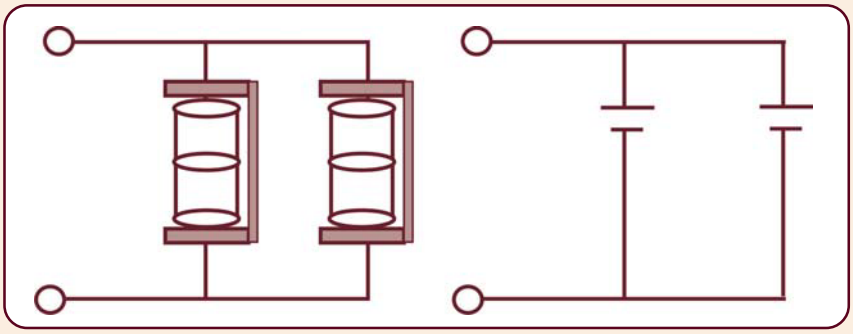
Buatlah kesimpulan yang disertai alasan dari data yang kalian peroleh! Berilah pernyataan yang berkaitan dengan hasil pengukuran secara seri dengan penjumlahan secara matematika, apakah ada perbedaan dan mengapa!

## Info MEDIA

*Basicmeter merupakan alat ukur listrik yang berfungsi ganda. Basicmeter bisa digunakan untuk mengukur kuat arus listrik dan juga beda potensial.*

## Kegiatan 8.4

1. Lakukan dengan cara yang sama seperti pada Kegiatan 8.3, namun baterai tersebut kalian susun secara paralel, seperti gambar di bawah ini. Catatlah hasil pengukuran kalian.



Buatlah kesimpulan yang disertai alasan dari data yang sudah diperoleh! Berilah pernyataan yang berkaitan dengan hasil pengukuran secara paralel jika nilai $E_T$ sama dengan nilai $E$ dari masing-masing baterai. Apakah ada perbedaan dan mengapa?

Setelah kalian melakukan kegiatan sendiri/kelompok untuk rangkaian paralel, apa yang bisa kalian kemukakan tentang perbedaan sumber tegangan yang disusun secara seri dan paralel. Pada susunan seri, terminal positif dihubungkan dengan terminal negatif dan seterusnya, sebaliknya untuk susunan paralel, terminal positif semua dihubungkan bersama begitu pula untuk semua terminal negatif.

Dari hasil kegiatan 8.3 dan 8.4, menunjukkan bahwa besarnya tegangan terminal $E_T$, untuk sumber tegangan, $E$, yang disusun secara seri merupakan jumlah dari setiap sumber tegangan. Secara matematika dapat ditulis,

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + \ldots E_n$$

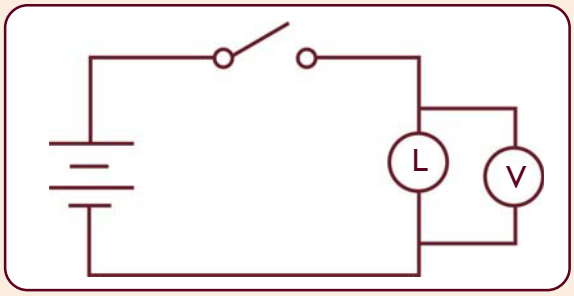
Sebaliknya untuk sumber tegangan yang sama disusun secara paralel maka tegangan terminal yang didapatkan adalah sama dengan sumber tegangan untuk satu sumber tegangan (satu baterai),

$$E_T = E_1 = E_2 = E_3 = \ldots E_n$$

Sistem penggunaan baterai secara paralel biasa digunakan oleh seseorang yang akan menghidupkan salah satu mobil yang kebetulan akinya dalam posisi lemah arus sehingga tidak kuat untuk menghidupkan mesin saat distater. Prinsip yang digunakan adalah di mana baterai yang lemah (*R*-nya tinggi) dihubungkan secara paralel dengan baterai yang sehat (*R*-nya rendah) yang akan mengalirkan arus sehingga mobil dapat distater. Jika setiap sumber tegangan berbeda disusun secara paralel tentunya akan mendapatkan situasi yang lebih kompleks.

Dari hasil pengukuran pada Kegiatan 8.3 dan 8.4 mengapa tegangan yang terukur sebelum dan sesudah dirangkai dengan lampu, menghasilkan tegangan terminal yang berbeda baik secara seri maupun paralel jika dibandingkan dengan angka yang tertera pada masing-masing baterai. Untuk mengetahui jawabannya kalian bisa melakukan kegiatan secara kelompok untuk mengukur kuat arus maupun tegangan yang melewati lampu. Lihat voltase dan arus maksimumnya yang tertera pada lampu pijar sebelum dirangkai, misalkan tertera 2,4 V, 0,5 A, apa artinya?

2. Perhatikan gambar di bawah ini. Lakukan pengukuran tegangan yang lewat lampu dengan menggunakan voltmeter. Catatlah hasil pengukuran yang sudah kalian peroleh.




**Hasil Pengamatan**

Berdasarkan data yang kalian peroleh, bandingkan tegangan pada catu daya dengan tegangan pada bola lampu! Kesimpulan apa yang kalian dapat?

**Contoh soal 8.2**

Tiga buah baterai yang masing-masing memiliki GGL sebesar *E*, dirangkai secara seri maka berapakah GGL total atau GGL terminalnya?

***Penyelesaian:***

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diketahui | : | $n$ | = 3 buah |
| | | *GGL* | = $E$ Seri |
| Ditanya | : | $E_T$ | = . . . ? |
| ***Jawab*** | : | $E_T$ | = $E + E + E$ |
| | | | = $n\,E$ |
| | | | = $3\,E$ |

## Rangkuman

1. Arus listrik: aliran muatan listrik karena adanya beda potensial pada sumber tegangan.
2. Arus listrik dinyatakan dalam besaran kuat arus listrik

$$I = \frac{Q}{t}$$

3. Amperemeter: alat untuk mengukur kuat arus listrik.
4. Beda potensial mempengaruhi besar kecilnya aliran muatan.
5. Untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain dibutuhkan energi sebesar:

$$W = e\,V$$

6. Voltmeter: alat untuk mengukur beda potensial.

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi untuk menguji kemampuan kalian tentang listrik dinamis, jelaskan terjadinya arus listrik dan cara mengukurnya, serta sebutkan penerapan listrik dinamis di lingkungan sekitar kalian! Jika kalian mampu menjawab pertanyaan di atas, silakan melanjutkan pembelajaran ke bab berikutnya.

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan cara memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap detik melalui suatu penghantar dinamakan . . . .
   a. arus elektron
   b. kuat arus
   c. arus listrik
   d. kapasitas
2. Arus listrik dapat mengalir dalam suatu rangkaian tertutup, jika . . . .
   a. terdapat hambatan
   b. terdapat beda potensial di antara dua titik
   c. dipasang sumber tegangan sehingga potensialnya menjadi sama
   d. dipasang sakelar
3. Perbedaan antara arus listrik dan kuat arus listrik, yaitu . . . .
   a. arus listrik memiliki arah sedangkan kuat arus listrik tidak
   b. arus listrik besaran skalar sedangkan kuat arus listrik besaran vektor
   c. keduanya memiliki arah yang berlawanan
   d. arus listrik terjadi dari muatan sedangkan kuat arus listrik terjadi dari elektron
4. Ani mengukur besar arus yang lewat pada suatu penghantar. Ternyata ia dapatkan hasil 36 miliampere. Data yang diperoleh Ani ini setara dengan . . . .
   a. $3{,}6 \times 10^{-3}$ ampere
   b. $3{,}6 \times 10^{-2}$ ampere
   c. 3,6 ampere
   d. 36 ampere
5. Muatan listrik sebesar satu coulomb yang mengalir selama satu detik disebut . . . .
   a. satu farad
   b. satu coulomb detik
   c. satu ohm
   d. satu ampere

6. Ali melakukan percobaan, ia mendapatkan hasil pengukuran besar arus listrik yaitu 4,2 mikroampere. Hasil ini setara dengan . . . .
   a. $4{,}2 \times 10^{-6}$ A
   b. $4{,}2 \times 10^{-5}$ A
   c. 4,2 A
   d. 42 A
7. Seorang anak hendak mengukur besar arus yang mengalir melalui bola lampu pijar menggunakan amperemeter. Maka amperemeter dan lampu pijar harus disusun secara . . . .
   a. campuran
   b. seri
   c. paralel
   d. seri dan dapat pula paralel
8. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!
   1) Aliran arus listrik dari potensial tinggi ke rendah.
   2) Aliran arus listrik selalu melawan arah aliran elektron.
   3) Besarnya arus listrik tidak dapat diukur.
   4) Arus listrik mengalir memerlukan penghantar.

   Pernyataan di atas yang benar adalah . . . .
   a. 1, 2
   b. 1, 2, dan 3
   c. 1, 2, dan 4
   d. 1, 2, 3, dan 4
9. Selama sepuluh detik banyaknya muatan listrik yang mengalir dalam penghantar sebesar 20 coulomb, maka kuat arus listriknya . . . .
   a. 200 ampere
   b. 20 ampere
   c. 10 ampere
   d. 2 ampere
10. 240 coulomb muatan listrik mengalir melalui penghantar selama *t* detik. Apabila besar arus yang timbul 2 ampere. Maka *t* adalah . . . .
    a. 2 menit
    b. 4 menit
    c. 12 menit
    d. 120 menit

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Empat buah baterai masing-masing memiliki GGL 1,5 volt dan hambatan dalam 0,1 ohm, dirangkai seri. Kemudian rangkaian seri baterai ini dihubungkan dengan hambatan 5,6 ohm sehingga terjadi aliran listrik. Hitunglah besar arus yang keluar dari sumber tegangan tersebut!
2. Empat buah baterai masing-masing memiliki GGL dan hambatan dalam 1,5 volt dan 0,1 ohm. Keempat baterai dirangkai paralel. Kemudian rangkaian ini dihubungkan dengan hambatan sebesar 5,975 ohm sehingga terjadi aliran listrik. Hitunglah besar arus yang timbul pada rangkaian ini!
3. Sebuah penghantar dilalui arus listrik sebesar 150 miliampere. Berapakah muatan listrik yang dapat dipindahkan selama 10 menit?
4. Sebuah sumber tegangan mengeluarkan energi sebesar 2.500 joule untuk memindahkan 100 coloumb muatan listrik dan satu titik ke titik lain. Berapakah beda potensial sumber tegangan tersebut?
5. Sebuah sumber tegangan mengeluarkan energi 15.000 joule. Jika beda potensial sumber adalah 150 volt, tentukan besar muatan yang dipindahkan!

**Proyek**

Buatlah lampu kelap-kelip bersama kelompok kalian dengan rangkaian paralel dan seri. Kemudian bandingkan hasil pengamatan kalian.

# Bab 9 Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff

Pada suatu malam Ani belajar fisika, tiba-tiba ia melihat nyala lampu pijar di depannya meredup. Sambil berpikir Ani berjalan ke ruang tamu lalu menyalakan lampu neon. Ternyata lampu neon itu tidak mau menyala. Dengan banyak pertanyaan di dalam pikiran Ani, ia mendekati magic jar, lampu magic jar pun tidak menyala terang seperti biasanya.

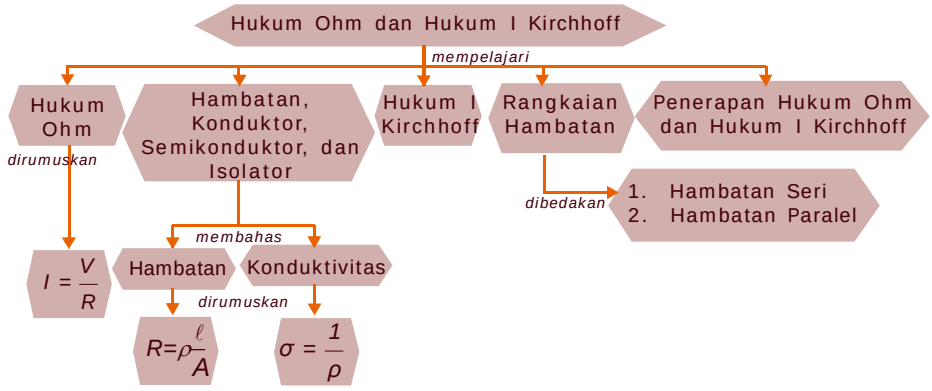
Dari bacaan tersebut, coba renungkan pertanyaan ini!

1. Apa yang menyebabkan lampu neon, lampu pijar, dan lampu pada magic jar dapat menyala?
2. Mengapa lampu pijar dapat meredup?

Pertanyaan-pertanyaan di atas berkaitan dengan hukum Ohm dan hukum I Kirchhoff. Untuk menjawabnya perhatikan uraian materi berikut.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Hukum Ohm
- Hukum I Kirchhoff
- Konduktivitas
- Rangkaian listrik

## A. Hukum Ohm

### Kegiatan 9.1

**A. Tujuan**

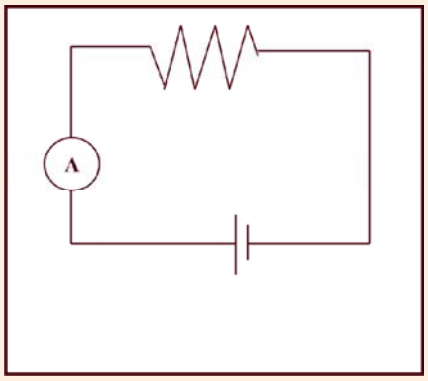
Menentukan hubungan antara kuat arus terhadap beda potensial.

**B. Alat dan Bahan**

1. 4 buah baterai
2. 5 jenis hambatan/resistansi (5 ohm, 10 ohm, 15 ohm, 20 ohm, dan 25 ohm)
3. Kabel secukupnya
4. Amperemeter

**C. Cara Kerja**

1. Ambil satu baterai dan hambatan 5 ohm rangkailah seperti pada gambar berikut.




2. Baca dan catatlah jarum penunjuk pada amperemeter.
3. Ambil satu baterai lagi dan susunlah secara seri, baca, dan catatlah jarum penunjuk amperemeter.
4. Ambil satu lagi baterai dan susun tiga baterai secara seri, dan amati berapa angka yang ditunjukkan oleh amperemeter.
5. Dengan cara yang sama susunlah 4 baterai secara seri, dan amati berapa angka yang ditunjuk oleh amperemeter.

6. Dengan cara yang sama, gantilah nilai R yang berbeda dalam rangkaian tersebut, dan amati penunjukan amperemeter untuk tiap-tiap hambatan yang berbeda.
7. Catatlah hasil pengukuran kalian.
8. Bagaimana hubungan antara besarnya beda potensial dan kuat arus untuk hambatan yang tetap? Buat grafik dari dua besaran tersebut.
9. Bagaimana hubungan antara kuat arus dan hambatan? Buat grafik dari dua besaran tersebut.
10. Bagaimana hubungan antara beda potensial dan hambatan? Buat grafik dari dua besaran tersebut.

**D. Hasil pengamatan**

Buatlah suatu kesimpulan yang disertai alasan untuk mencari hubungan antara kuat arus, beda potensial, dan hambatan.

Kunci pokok dalam Kegiatan 9.1 adalah mencari hubungan antara kuat arus, beda potensial dan hambatan. Hambatan atau disebut juga tahanan atau resistansi adalah sesuatu yang sering dibicarakan dalam bidang fisika elektronika. Apa sebenarnya fungsi dari hambatan tersebut? Dari data pengamatan kalian menunjukkan ada hubungan yang menarik antara kuat arus dan hambatan. Jika nilai hambatan diperbesar maka kuat arus akan menurun untuk beda potensial yang tetap, sehingga bisa ditulis,

$$I \propto \frac{1}{R}$$

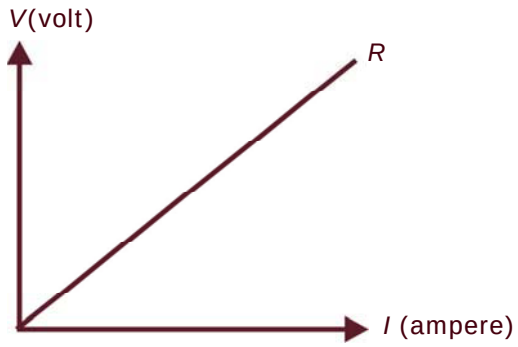
Persaman di atas menunjukkan bahwa hambatan berbanding terbalik dengan kuat arus. Dari Tabel 9.1 ditunjukkan bahwa jika nilai hambatan konstan maka hubungan antara kuat arus dan beda potesial adalah berbanding lurus, dengan kata lain semakin besar beda potensial makin besar kuat arusnya, lihat Gambar 9.1. Secara matematika dapat ditulis,

$$I \propto V$$

Penggabungan ke dua persamaan dapat ditulis,

$$I = \frac{V}{R},\ V = I\ R$$

Persamaan di atas disebut hukum Ohm, dengan *R* adalah hambatan yang dinyatakan dalam satuan ohm ditulis dalam simbol Ω (omega). Berdasarkan hukum Ohm, 1 ohm didefinisikan sebagai hambatan yang digunakan dalam suatu rangkaian yang dilewati kuat arus sebesar 1 ampere dengan beda potensial 1 volt. Oleh karena itu, kita dapat mendefinisikan pengertian hambatan yaitu perbandingan antara beda potensial dan kuat arus.




**Gambar 9.1** *Grafik V terhadap I*

## Kegiatan 9.2

Lakukan secara kelompok!

**A. Tujuan**

Mengetahui pengaruh hambatan terhadap suatu rangkaian.

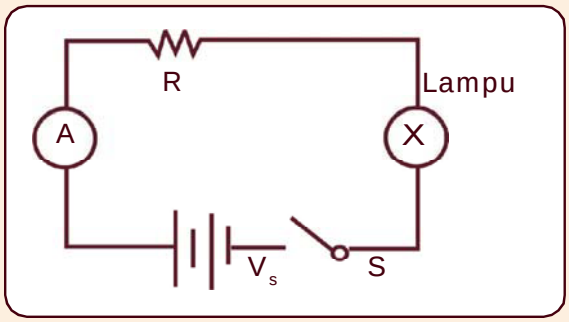
**B. Alat dan Bahan**

1. 1 basicmeter (yang berfungsi sebagai amperemeter)
2. 1 catu daya
3. 1 AVOmeter
4. 1 lampu pijar

5. 3 jenis hambatan : $R_1$ = 220Ω; $R_2$ = 330Ω; $R_3$ = 470Ω
6. Papan rangkaian
7. Sakelar
8. Kabel

## C. Cara Kerja

1. Lakukan 3 kali untuk setiap pengukuran dan ambil harga rata-ratanya.
2. Ukurlah tiga hambatan $R_1$, $R_2$, dan $R_3$ menggunakan AVOmeter. Buatlah tabel untuk mencatat hasil pengukuran.
3. Rangkailah resistor $R_1$, sakelar, lampu pijar, dan Basicmeter yang berfungsi sebagai amperemeter. Sakelar, S, dalam keadaan terbuka, lihat gambar di bawah ini.




4. Hubungkan rangkaian itu dengan catu daya.
5. Aturlah batas ukur amperemeter sebesar 50 mA.
6. Catu daya pilih pada kedudukan 6 V.
7. Tutuplah sakelar. Baca penunjuk jarum amperemeter, A.Catatlah hasilnya dan amati nyala lampu.
8. Ganti nilai hambatan 330Ω dan 470Ω, baca dan catat penunjuk jarum amperemeter.
9. Berdasarkan data yang kalian peroleh gambarlah grafik hubungan antara *R* dan *I*.
10. Berdasarkan grafik hubungan antara *R* dan *I* yang kalian buat, apa komentar kalian mengenai hubungan antara arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian dan hambatan.
11. Bagaimanakah hubungan antara nyala lampu dan besar kecilnya nilai hambatan?
12. Bagaimanakah hubungan antara nyala lampu dan kuat arus?

**D. Hasil Pengamatan**

Buatlah suatu kesimpulan yang mengaitkan dengan persamaan $I = \frac{V}{R}$! Apakah persamaan $I = \frac{V}{R}$ sesuai dengan hasil percobaan yang kalian lakukan.

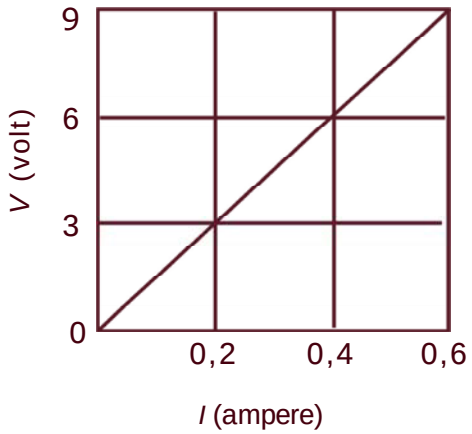
## Ampere

Definisi satu ampere adalah satu coulomb muatan yang bergerak melalui sebuah titik dalam satu sekon.

Arus listrik dapat terjadi apabila di dalam sebuah rangkaian terdapat beda potensial. Hubungan antara kuat arus listrik dan beda potensial listrik secara grafik dapat dilihat pada Gambar 9.1. Hubungan linier antara kuat arus dan beda potensial menunjukkan makin besar beda potensial makin besar kuat arusnya. Hubungan kesebandingan antara beda potensial dan kuat arus perlu adanya faktor pembanding yang disebut hambatan.

**Contoh soal 9.1:**

Pada sebuah percobaan hukum Ohm, diperoleh grafik seperti pada gambar di bawah ini!




Dari grafik tersebut, tentukan besar hambatan yang digunakan!

***Penyelesaian:***

Berdasarkan hukum Ohm $I = \frac{V}{R}$,

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$R = \frac{9\,\text{V} - 0}{0{,}6\,\text{A} - 0} = 15\,\Omega$$

2. Perhatikan tabel di bawah ini!

| (Volt) | (Ampere) | (Ohm) |
|---|---|---|
| 3 | 0,2 | ..... |
| 6 | 0,4 | ..... |
| 9 | 0,6 | ..... |
| 12 | 0,8 | ..... |

Berdasarkan tabel di atas, berapa besar hambatan yang digunakan untuk percobaan!

***Penyelesaian:***

1. $R_1 = \frac{V}{I}$

$$= \frac{3\,\text{volt}}{0{,}2\,\text{A}} = 15 \text{ ohm}$$

2. $R_2 = \frac{V}{I}$

$$= \frac{6\,\text{volt}}{0{,}4\,\text{A}} = 15 \text{ ohm}$$

3. $R_3 = \frac{V}{I}$

$$= \frac{9\,\text{volt}}{0{,}6\,\text{A}} = 15 \text{ ohm}$$

4. $R_4 = \frac{V}{I}$

$$= \frac{12\,\text{volt}}{0{,}8\,\text{A}} = 15 \text{ ohm}$$

## B. Hambatan, Konduktor, Semikonduktor, dan Isolator

### Kegiatan 9.3

**A. Tujuan**

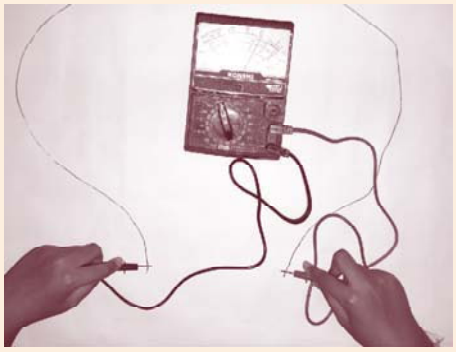
Mencari hubungan jenis bahan terhadap nilai hambatan.

**B. Alat dan Bahan**

1. Kawat baja dengan diameter 0,35 mm dan panjang 1 m, 2 m, dan 3 m
2. Kawat nikrom dengan diameter 0,35 mm dan 0,25 mm dan panjang 1 m, 2 m, dan 3 m
3. Dua buah penjepit buaya
4. 1 multimeter

**C. Cara kerja**

1. Ambillah kawat baja dengan panjang 1 m dan diameter 0,35 mm.
2. Ukurlah hambatan kawat tersebut dengan cara ujung-ujung kawat dihubungkan dengan multimeter seperti gambar di bawah ini. Catatlah hasil penunjukan pada multimeter.



3. Ulangi untuk kawat baja yang panjangnya 2 meter kemudian 3 meter. Catat pula nilai hambatan yang ditunjukkan oleh multimeter.
4. Catat hasil pengukuran kalian tersebut.

**D. Hasil Pengamatan**

Buatlah kesimpulan disertai suatu alasan mengenai hubungan antara panjang kawat dengan nilai hambatan.

**Kawat Nikrom**

Analogi dengan A lakukan hal yang sama dengan mengganti kawat baja dengan kawat nikrom! Catat hasil pengukuran kalian.

1. Bandingkan data pengukuran pertama dengan yang kedua. Apa komentar kalian?
2. Bagaimana nilai hambatan keduanya?
3. Adakah kesamaan nilai hambatan kedua jenis kawat tersebut?
4. Kawat manakah yang memiliki nilai hambatan lebih besar?
5. Lakukan hal yang sama untuk diameter kawat 0,25 mm.
6. Bandingkan antara data pengukuran sebelumnya!
7. Bagaimana pengaruh diameter kawat terhadap nilai hambatannya?
8. Bagaimana perbedaan nilai hambatan kedua kawat?
9. Apabila nilai hambatannya berbeda, manakah yang memiliki nilai hambatan terbesar?
10. Bagaimana hubungan antara panjang kawat dengan nilai hambatan?
11. Apakah kesimpulan kalian tentang hubungan antara luas penampang dengan nilai hambatan?

Dari kegiatan kawat baja dan kawat nikrom, buatlah suatu kesimpulan yang menyeluruh mengenai hubungan antara hambatan kawat, jenis kawat, panjang kawat dan diameter kawat. Buatlah suatu persamaan yang menghubungkan keempat variabel tersebut sebagai suatu kesimpulan!

## Kegiatan 9.4

**A. Tujuan**

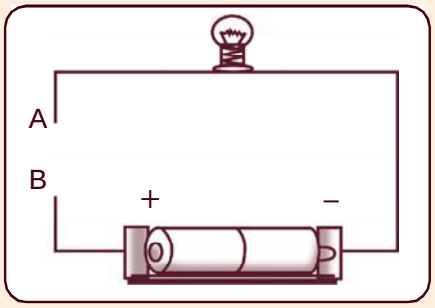
Membedakan bahan yang bersifat konduktor dan isolator.

**B. Alat dan Bahan**

1. Tembaga
2. Seng
3. Besi
4. Timbal
5. Kayu
6. Plastik
7. Kertas
8. tiga buah baterai
9. Lampu pijar

**C. Cara Kerja**

1. Susunlah dua buah baterai dan lampu pijar seperti gambar di samping.




2. Agar menjadi rangkaian tertutup hubungkan titik A dan titik B menggunakan salah satu bahan di atas, misalnya tembaga.
3. Amati keadaan lampu dan catatlah hasil pengamatan kalian.
4. Lepaskan tembaga dan gantilah dengan seng. Amatilah dan catat keadaannya.
5. Lanjutkan kegiatan ini dengan mengganti seng dengan besi, timbal, kayu, plastik, dan kertas. Amati keadaan lampunya dan catat hasil pengamatan kalian.
6. Catat data dari hasil pengamatan kalian dalam tabel.

**Tabel 9.1 Data Pengamatan**

| No. | Nama Bahan | Baterai | (Menyala / tidak) | Isolator | Konduktor |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Tembaga | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2. | Seng | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3. | Besi | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4. | Timbal | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 5. | Kayu | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6. | Plastik | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 7. | Kertas | ..... | ..... | ..... | ..... |

**Catatan:** pada kolom isolator atau konduktor cukup kalian beri tanda (√) bila sesuai.

7. Ulangi kegiatan tersebut dengan langkah-langkah yang sama untuk tiga baterai.
8. Tuliskan hasil pengamatan dalam Tabel 9.2.

**Tabel 9.2 Data Pengamatan**

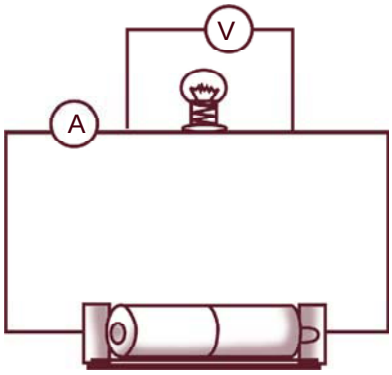
| No. | Nama Bahan | Jumlah Baterai | Keadaan Lampu (Menyala/Tidak) | Isolator | Konduktor |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Tembaga | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2. | Seng | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3. | Besi | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4. | Timbal | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 5. | Kayu | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6. | Plastik | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 7. | Kertas | ..... | ..... | ..... | ..... |

## Hambatan

Aliran listrik di dalam sebuah penghantar ternyata tidak sama besarnya, hal ini ditunjukkan oleh nyala lampu pijar maupun angka yang ditunjukkan oleh amperemeter. Ketidaksamaan ini disebabkan oleh penghantar yang selalu memiliki hambatan. Hambatan dari suatu penghantar mempengaruhi besar kecilnya arus listrik yang melewatinya. Berdasarkan Kegiatan 9.3, besar hambatan suatu bahan atau penghantar nilainya berbeda-beda tergantung pada hambatan jenis, $\rho$ , panjang, $\ell$ ,dan luas penampang, $A$.

Sebuah alat yang dapat digunakan secara langsung untuk mengukur besar kecilnya nilai hambatan sebuah penghantar disebut ohmmeter. Sedang multimeter adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus, beda potensial, dan hambatan pada suatu penghantar atau rangkaian listrik. Apabila multimeter akan digunakan untuk mengukur besar hambatan atau digunakan sebagai ohmmeter, maka sakelar harus diputar sehingga menunjuk ke arah yang bertanda $R$. Penghantar yang hendak diukur hambatannya dipasang di antara ujung kabel penghubung alat itu. Jarum akan bergerak ke suatu kedudukan tertentu sehingga besar hambatan dapat dibaca pada skala yang bertandakan OHM atau $\Omega$.

Hambatan suatu penghantar juga dapat diukur secara tidak langsung, yaitu dengan cara mengukur besar arus yang lewat pada penghantar dan mengukur beda potensial ujung-ujung penghantar itu. Oleh karena itu, kita menggunakan dua alat yang berfungsi sebagai amperemeter dan satu alat lagi yang berfungsi sebagai voltmeter. Cara menyusun alat tersebut adalah sebagaimana terdapat pada Gambar 9.2. Pada Gambar 9.2 adalah sebuah rangkaian untuk mengukur besar hambatan dari lampu pijar.




**Gambar 9.2** *Rangkaian untuk mengukur hambatan sebuah lampu pijar*

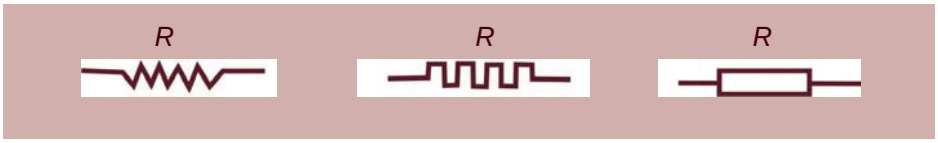
Dengan menggunakan rangkaian pada Gambar 9.3, maka besar arus listrik yang mengalir melalui lampu pijar dan beda potensial antara ujung-ujung lampu pijar dapat diketahui sehingga besarnya hambatan dari lampu tersebut dapat dihitung.

Satuan hambatan dapat diturunkan sesuai persamaan berikut, yaitu:

$$\text{satuan } R = \frac{\text{satuan } V}{\text{satuan } I}, \text{ satuan } R = \frac{\text{volt}}{\text{ampere}} = \text{ohm}$$

Kata ohm sering ditulis Ω (omega) yang berasal dari huruf Yunani. Ohm atau Ω merupakan satuan sistem internasional untuk hambatan listrik. Selain menggunakan satuan Ω, hambatan sering dinyatakan dalam satuan kΩ (kiloohm) dengan 1 kΩ = 1000 Ω dan MΩ (megaohm) di mana 1MΩ = $10^6$ Ω.

Hambatan sering digambarkan seperti pada Gambar 9.3.




**Gambar 9.3** *Berbagai simbol hambatan*

Dari hasil Kegiatan 9.4, hubungan antara hambatan, jenis bahan, panjang, luas penampang dan suhu dari suatu penghantar dapat dirumuskan secara matematika,

$$R = \rho\frac{\ell}{A} \text{ dan } R = R_0(1 + \alpha T) \text{ atau } \rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T)$$

Dengan $\ell$ adalah panjang penghantar dengan satuan meter, $A$ adalah luas penampang penghantar dengan satuan $m^2$, dan $\rho$ (dibaca "Rho") adalah hambatan jenis yang dinyatakan dalam ohmmeter ($\Omega m$). Dari penyelidikan dan percobaan telah diperoleh nilai hambatan jenis dari berbagai bahan seperti terlihat pada Tabel 9.3!

**Tabel 9.3 Hambatan Jenis Suatu Bahan**

| Bahan Zat | Hambatan Jenis ($\Omega m$) | Bahan Zat | Hambatan Jenis ($\Omega m$) |
|---|---|---|---|
| Air | $10^8$ | Karet | $10^{14} - 10^{19}$ |
| Air Raksa | 0,958 | Konstantan | 0,50 |
| Air Suling | $10^9 - 10^{11}$ | Mangan | 0,43 |
| Alkohol | $5 \times 10^{10}$ | Mika | $10^{19}$ |
| Aluminium | 0,029 | Minyak tanah | $10^{20}$ |
| Asam Sulfat | $25 \times 10^3$ | Parafin | $10^{20}$ |
| Bakelit | $10^{11} - 10^{16}$ | Perak | 0,016 |
| Besi | 0,086 | Porselin | $10^{18} - 10^{20}$ |
| Ebonit | $10^{19} - 10^{22}$ | Tembaga | 0,017 |
| Emas | 0,023 | Timbal | 0,21 |
| Kaca | $10^{17} - 10^{20}$ | Wolfram | 0,056 |
| Karbon | 60 | - | - |

## Tugas 9.1

**Pertanyaan berhipotesis:**
Dari Tabel 9.3, tunjukkan bahan apa yang mempunyai:
1. Nilai hambatan jenis paling besar dan paling kecil?
2. Jelaskan mengapa bahan tersebut mempunyai nilai hambatan jenis besar dan bahan yang lain mempunyai nilai hambatan jenis kecil?

Persamaan 9.5, menunjukkan bahwa hambatan tergantung pada suhu dari penghantar, semakin besar suhu, semakin besar nilai hambatannya. $R_0$ adalah hambatan awal atau hambatan mula-mula, $R$ adalah hambatan akhir dikarenakan faktor suhu, $\Delta T = T_1 - T_2$ adalah perubahan suhu dinyatakan dalam derajat Celsius (°C) dengan $T_1$ adalah suhu awal penghantar dan $T_2$ adalah suhu akhir penghantar, dan $\alpha$ adalah koefisien suhu penghantar dinyatakan dalam satuan per °C .

Koefisien suhu ($\alpha$ dibaca "alpha") untuk beberapa bahan memiliki harga yang berbeda tergantung dari jenis bahan masing-masing. Hampir semua konduktor (termasuk nikrom) memiliki nilai koefisien suhu positif. Oleh karena itu hambatan sebuah konduktor akan bertambah jika suhu bahan tersebut bertambah. Nilai koefisien suhu dari beberapa bahan konduktor dapat kalian lihat pada Tabel 9.4.

**Tabel 9.4 Koefisien Suhu Logam**

| Bahan | Koefisien Suhu ($\alpha$), (1 / °C) |
|---|---|
| Aluminium | 0,00420 |
| Brass | 0,00208 |
| Tembaga | 0,00426 |
| Emas | 0,00365 |
| Besi | 0,00618 |
| Timah putih | 0,00466 |

| | |
|---|---|
| Air raksa | 0,00062 |
| Nikrom | 0,00044 |
| Nikel | 0,00600 |
| Platina | 0,00370 |
| Perak | 0,00411 |
| Baja lunak | 0,00458 |
| Tin | 0,00458 |
| Tungsten | 0,00490 |
| Seng | 0,00400 |

## Tugas 9.2

**Pertanyaan berhipotesis:**
Dari Tabel 9.4,

1. Tunjukkan bahan apa yang mempunyai nilai $\alpha$ paling besar dan paling kecil!
2. Jelaskan mengapa bahan tersebut mempunyai nilai $\alpha$ besar dan bahan yang lain mempunyai nilai $\alpha$ kecil!

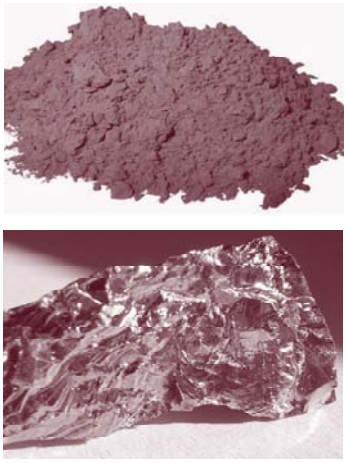
## Konduktivitas

Sifat dari bahan konduktor adalah tidak adanya medan listrik di dalam konduktor. Pernyataan ini benar jika konduktor dalam keadaan keseimbangan statis. Tujuan dari pembicaraan ini adalah ingin menggambarkan apa yang terjadi jika muatan bergerak dalam konduktor.

Muatan yang bergerak dalam sebuah konduktor, akan menghasilkan arus di bawah pengaruh medan listrik. Medan listrik ini muncul karena adanya pergerakan muatan sehingga situasinya non-elektrostatis. Keadaan ini sedikit berlawanan dengan situasi untuk keseimbangan elektrostatis di mana muatan dalam keadaan diam sehingga tidak ada medan listrik di dalam.

### Info MEDIA

Selain menggunakan proses doping, daya hantar listrik semikonduktor juga dapat ditingkatkan dengan cara memainkan suhu, medan magnet, dan tekanan.



**Gambar 9.4** *Germanium berbentuk serbuk dan padat*
**Sumber:** *commons.wikimedia.org*

Muatan listrik yang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain adalah muatan elektron. Elektron-elektron yang mudah berpindah disebut **elektron bebas**. Elektron-elektron bebas dalam logam merupakan gas elektron yang pada suhu sangat tinggi 70.000°C bersifat sebagai gas sempurna. Elektron-elektron bebas ini bergerak bebas di dalam sebuah bahan konduktor. Sehingga pada saat tertentu elektron-elektron ini akan berbenturan dengan elektron bebas yang lain. Dengan jumlah elektron bebas yang besar maka bahan konduktor mudah mengalirkan muatan listrik. Bahan konduktor yang baik dan sempurna jika mempunyai nilai konduktivitas yang besar yaitu $\sigma \cong \infty$ (mendekati tak terhingga besarnya). Sebaliknya untuk hambatan atau hambatan jenisnya mempunyai nilai mendekati nol atau sangat kecil.

Bagaimana untuk isolator? Untuk isolator konduktivitas, hambatan, hambatan jenis, dan sifat elektron adalah berharga sebaliknya dengan konduktor.

Konduktor dan isolator adalah suatu bahan yang mempunyai sifat kebalikan misalnya III untuk bahan konduktor mempunyai konduktivitas sangat besar sedang isolator sangat kecil. Konduktor mempunyai hambatan atau hambatan jenisnya kecil sedang untuk isolator hambatan atau hambatan jenisnya besar. Bagaimana untuk material atau bahan semikonduktor?

Semikonduktor adalah suatu bahan atau benda yang mempunyai sifat sebagai konduktor dan isolator. Dengan kata lain bahan semikonduktor mempunyai kemampuan mengalirkan muatan di bawah sifat konduktor dan di atas sifat isolator. Untuk mendapatkan sifat konduktor dari bahan semikonduktor biasanya dilakukan penambahan jenis atom lain dengan konsentrasi tertentu atau disebut pendopingan. Contoh bahan ini adalah germanium, Ge dan silikon, Si. Bahan semikonduktor dapat dijumpai dalam penggunaan bahan-bahan elektronika.

## Tugas 9.3

**Pertanyaan berhipotesis:**

Dengan melihat ketiga jenis bahan yaitu: konduktor, semikonduktor, dan isolator,

1. Bagaimanakah bila besar hambatan ketiganya diurutkan dari paling kecil?
2. Bagaimanakah urutan dari mudah-tidaknya ketiga bahan tersebut dalam mengalirkan muatan listrik?
3. Jawaban 1 dan 2, kalian bisa menjelaskan bagaimana hubungan hambatan dengan aliran muatan dalam suatu bahan?

**Tabel 9.5 Hubungan antara Bahan Konduktor, Semikondutor, Isolator, dan Nilai Konduktivitasnya**

| Material | Konduktivitas |
|---|---|
| Perak<br>Tembaga<br>Aluminium | $10^{8}$ |
| Besi<br>Raksa<br>Karbon | $10^{7}$ |
| Germanium<br>Silikon | $10^{3}$ |
| Kayu<br>Gelas<br>Karet | $10^{-9}$ |

Tabel 9.5 menunjukkan bahwa nilai konduktivitas untuk bahan isolator dan konduktor mempunyai rentang yang sangat besar. Misalkan, berapa rentang nilai antara karet dan perak?

**Contoh soal 9.2**

1. Sebuah kawat tembaga memiliki luas penampang 2 $mm^2$. Jika panjang penghantar 2000 dan hambatan jenisnya 0,02 $\Omega$ meter. Berapa nilai hambatan kawatnya?

***Penyelesaian:***

Diketahui : $A = 2 \times 10^{-6}\ m^2$

$\ell = 2000\ m$

$\rho = 0{,}02\ \Omega\ m$

Ditanya : $R$ . . . .?

***Jawab :*** $R = \rho \frac{\ell}{A}$

$$R = 0{,}02\ \Omega m \times \frac{2000\ m}{2 \times 10^{-6} m^2}$$

$$= 2 \times 10^{7}\ \Omega$$

2. Sebuah kawat memiliki hambatan 2 ohm. Apabila panjang kawat 2 meter dan luas penampang 0,35 $mm^2$. Berapa besar hambatan jenis kawat tersebut?

***Penyelesaian:***

Diketahui: $R = 2\ \Omega$

$\ell = 2\ m$

$A = 0{,}35 \times 10^{-6}\ m^2$

Ditanya : . . . . ?

***Jawab :***

$$\rho = \frac{R\,A}{\ell} = \frac{2\,ohm \times 0{,}35 \times 10^{-6}\ m^2}{2\,m}$$

$= 0{,}35 \times 10^{-6}\ \Omega m$

$= 3{,}5 \times 10^{-7}\ \Omega m$

## C. Hukum I Kirchhoff

### Kegiatan 9.5

**A. Tujuan**

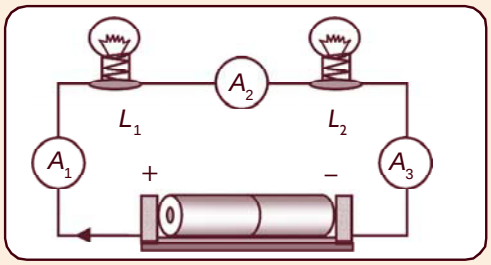
Menentukan jumlah kuat arus yang mengalir sebelum dan sesudah melalui suatu rangkaian listrik.

**B. Alat dan Bahan**

1. 2 buah lampu pijar
2. 2 buah baterai 1,5 volt
3. 4 buah amperemeter
4. Kabel secukupnya

**C. Cara Kerja**

1. Susunlah/rangkailah seperti pada gambar berikut.

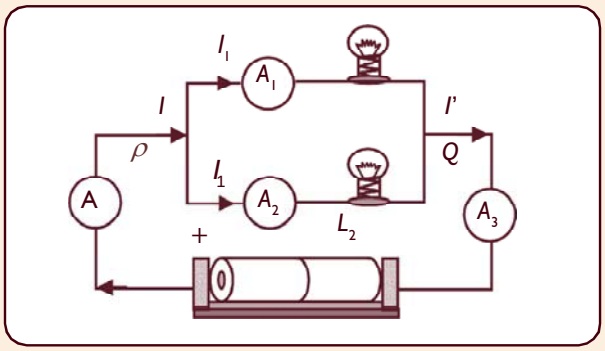



2. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada $A_1$. Catatlah sebagai $I_1$.
3. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada $A_2$. Catatlah sebagai $I_2$.
4. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter $A_3$. Catatlah sebagai $I_3$.
5. Masukkan data dari hasil pengamatan kalian ke dalam tabel!

**Tabel 9.6 Data Pengamatan**

| Besar Arus Listrik | Penunjukan Jarum Amperemeter (A) |
|---|---|
| $I_1$ | ..... |
| $I_2$ | ..... |
| $I_3$ | ..... |

6. Berdasarkan Tabel 9.6, bagaimana komentar kalian terhadap nilai $I_1$, $I_2$, dan $I_3$?
7. Dari Tabel 9.6, apa kesimpulan kalian berkaitan dengan besarnya arus sebelum dan sesudah melewati lampu yaitu $A_1$ dan $A_3$.
8. Dengan cara yang sama susunlah alat yang sudah kalian sediakan di atas seperti gambar berikut.




9. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter *A* dan catatlah sebagai *I*.
10. Amati dan baca penujukan jarum amperemeter pada $A_1$ dan catatlah sebagai $I_1$.
11. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada $A_2$ dan catatlah sebagai $I_2$.
12. Amati dan baca penunjukan jarum amperemeter pada $A_3$ dan catatlah sebagai *I*'.
13. Hitunglah jumlah nilai dari $I_1$ dan $I_2$ dan catatlah.
14. Bandingkan antara nilai *I* dan jumlah dari $I_1$ dan $I_2$! Bagaimana besar nilai *I* dan jumlah dari $I_1$ dan $I_2$?
15. Bandingkan antara jumlah $I_1$ dan $I_2$ dengan *I*'! Bagaimana besar *I*' dengan jumlah $I_1$ dan $I_2$?
16. Apabila titik P disebut titik percabangan bagaimana kesimpulan kalian tentang besar arus yang masuk titik percabangan dengan besar arus yang keluar dari titik percabangan (titik Q)?

**D. Hasil Pengamatan**

Setelah kalian melakukan kegiatan di atas, buatlah kesimpulan tentang besar arus listrik pada rangkaian tidak bercabang dan besar arus listrik pada rangkaian bercabang!

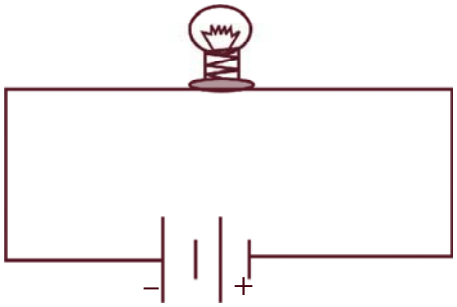
## 1. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik ada dua macam yaitu **rangkaian listrik terbuka** dan **rangkaian listrik tertutup**. Rangkaian listrik terbuka adalah rangkaian listrik yang memiliki ujung-ujung rangkaian. Contoh rangkaian terbuka dapat kalian lihat pada Gambar 9.5.




**Gambar 9.5** *Rangkaian listrik terbuka*

Sedangkan rangkaian listrik tertutup adalah rangkaian listrik yang tidak memiliki ujung-ujung rangkaian. Di dalam rangkaian listrik tertutup ini arus listrik dapat mengalir mengikuti jenis suatu rangkaian. Contoh rangkaian listrik tertutup secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 9.6.

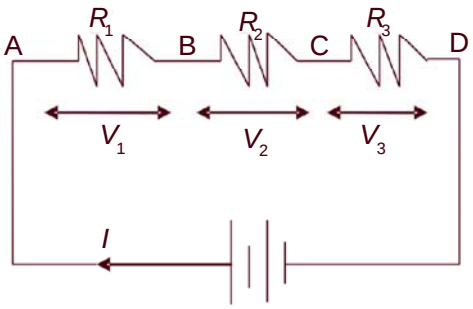



**Gambar 9.6** *Rangkaian listrik tertutup*

Rangkaian listrik juga dibedakan menjadi dua macam lagi yaitu **rangkaian tidak bercabang** dan **rangkaian bercabang**. Rangkaian tidak bercabang disebut **rangkaian seri**. Sedangkan rangkaian bercabang disebut **rangkaian paralel**.

## 2. Rangkaian Seri

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing $R_1$, $R_2$, dan $R_3$ dirangkai seri. Susunan seri ketiga hambatan itu kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan, lihat pada Gambar 9.7!




**Gambar 9.7** *Tiga hambatan disusun seri*

Dari Kegiatan 9.5, kalian telah mengetahui bahwa pada rangkaian seri besarnya arus listrik yang mengalir di setiap titik besarnya sama. Apabila kuat arus yang lewat hambatan $R_1$ adalah $I_1$, kuat arus yang lewat hambatan $R_2$ adalah $I_2$, dan kuat arus yang lewat hambatan $R_3$ adalah $I_3$. Sedangkan kuat arus yang keluar dari sumber $I$', maka berlaku:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

Jika beda potensial di titik A dan B adalah $V_1$, beda potensial di titik B dan C adalah $V_2$ dan beda potensial di titik C dan D adalah $V_3$, maka berlaku,

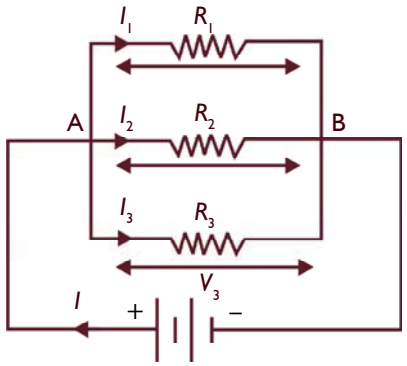
$$V_1 \neq V_2 \neq V_3$$

Kedua persamaan di atas menunjukkan suatu persamaan yang berlaku untuk susunan seri. Dengan mengetahui definisi dari arus listrik adalah muatan yang bergerak per satuan waktu, sehingga arus listrik sebanding dengan muatan listrik. Oleh karena itu dapat ditulis,

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$$

Dengan memperhatikan persamaan tersebut, selama tidak ada penambahan atau pengurangan muatan dalam suatu rangkaian maka berlaku hukum kekekalan muatan listrik. Bagaimanakah bunyi hukum kekekalan muatan listrik?

## 3. Rangkaian Paralel




**Gambar 9.8** *Tiga hambatan disusun paralel*

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing $R_1$, $R_2$, dan $R_3$ dirangkai secara paralel. Susunan paralel ketiga hambatan itu kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan, lihat Gambar 9.8!

Pada rangkaian paralel terdapat dua titik, yaitu A dan titik B. Titik A dan titik B disebut titik percabangan. Kalian telah mengetahui dari hasil Kegiatan 9.5, bahwa jumlah kuat arus listrik yang masuk titik percabangan, titik A, sama besar dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar dari titik percabangan, titik B. Oleh karena itu,

***a. Pada titik percabangan A***

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Dengan $I$ adalah jumlah kuat arus yang masuk ke percabangan.

Berkaitan dengan muatan dan arus listrik, maka persamaan di atas dapat ditulis bahwa,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

***b. Pada titik percabangan B***

$$I_1 + I_2 + I_3 = I' \text{ atau } Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q'$$

Dengan $I'$adalah jumlah kuat arus yang keluar dari percabangan, dan $Q'$ adalah muatan yang keluar dari percabangan.

***c. $I = I'$***

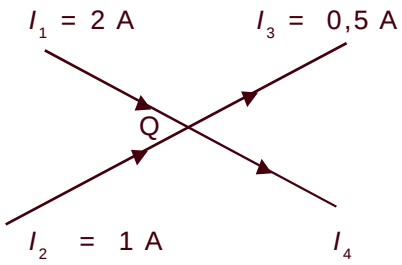
Dari a - b dapat disimpulkan bahwa dalam satuan waktu yang sama, jumlah kuat arus atau muatan yang masuk percabangan sama dengan jumlah kuat arus atau muatan yang keluar dari percabangan. Pernyataan ini disebut **hukum I Kirchhoff**.

Selama tidak ada penambahan muatan atau arus dari luar maka besarnya muatan total dan arus total adalah tetap, disebut hukum kekekalan muatan listrik. Satu hal yang penting adalah, bahwa pada rangkaian paralel beda potensial tiap-tiap cabang besarnya sama.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{AB}$$

**Contoh soal 9.3:**

1. Perhatikan gambar di bawah ini!




Hitung besar arus $I_4$!

***Penyelesaian:***

Diketahui : $I_1 = 2$ A
$I_2 = 1$ A
$I_3 = 0{,}5$ A

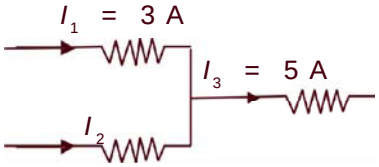
Ditanya : $I_4 = \ldots ?$

***Jawab :***

Jumlah kuat arus yang masuk = jumlah kuat arus yang keluar

$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$
$(2 + 1)$ A $= 0{,}5$A $+ I_4$
$(2 + 1 - 0{,}5)$ A $= I_4$
$I_4 = 2{,}5$ A

2. Perhatikan gambar di bawah ini!




Berapa besarnya $I_2$?

***Penyelesaian:***

Jumlah arus masuk = Jumlah arus keluar

$I_1 + I_2 = I_3$

$3\ A + I_2 = 5\ A$

$I_2 = (5 - 3)\ A$

$= 2\ A$

## D. Rangkaian Hambatan

### Kegiatan 9.6

**A. Tujuan**

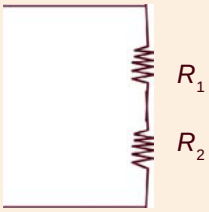
Menentukan pengaruh susunan seri suatu hambatan dalam suatu rangkaian.

**B. Alat dan Bahan**

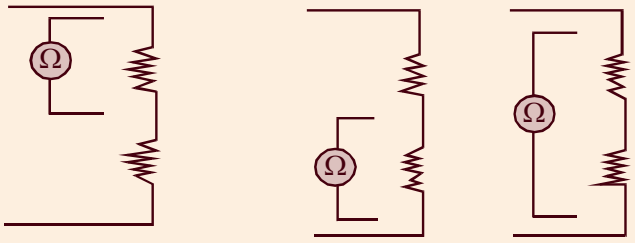
1. Multimeter/ohmmeter
2. Dua buah hambatan (resistor) yang berbeda nilainya
3. Kabel

**C. Cara Kerja**

1. Rangkailah alat-alat tersebut seperti gambar.




2. Ukurlah besar hambatan $R_1$ seperti pada gambar dan catatlah hasilnya.
3. Ukurlah hambatan $R_2$ seperti pada gambar dan catat pula hasilnya.
4. Ukurlah hambatan seri $R_1$ dan $R_2$ seperti pada gambar dan catatlah hasilnya.



(a) (b) (c)

5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel.

**Tabel 9.7 Hasil Pengukuran**

| No. | Nilai Hambatan Menurut Label (Ω) | Nilai Hambatan yang Diukur (Ω) |
|---|---|---|
| 1. | $R_1$ = ..... | $R_1$ = ..... |
| 2. | $R_1$ = ..... | $R_1$ = ..... |
| 3. | $R_1$ = ..... | $R_1$ = ..... |

6. Berdasarkan Tabel 9.7, bandingkan nilai-nilai hambatan menurut tabel dengan hasil pengukuran.

**D. Hasil Pengamatan**

Berilah suatu kesimpulan dari pengamatan dan data yang kalian peroleh untuk menjawab pertanyaan bagaimana pengaruh hambatan jika disusun secara seri!

## Kegiatan 9.7

**A. Tujuan**

Menentukan hubungan antara beda potensial yang melalui sumber *E* dan beda potensial dari dua hambatan yang disusun seri.

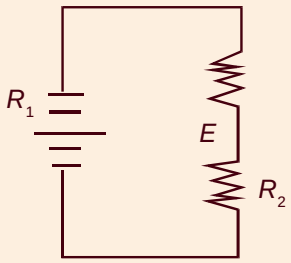
**B. Alat dan Bahan**

1. 3 buah baterai
2. Voltmeter DC/multimeter

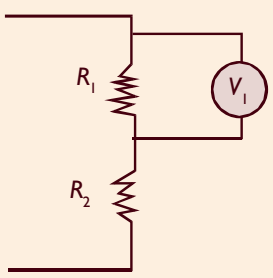
3. 2 buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

## C. Cara Kerja

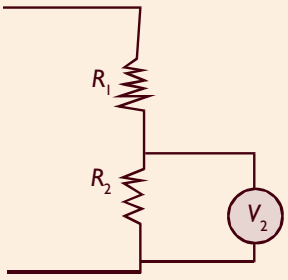
1. Rangkailah alat-alat tersebut seperti pada gambar di bawah ini.




2. Ukurlah menggunakan voltmeter besar beda potensial, $V_1$ pada $R_1$ seperti gambar a dan catatlah hasilnya.
3. Ukurlah beda potensial $V_2$ pada $R_2$ seperti gambar b dan catat pula hasilnya.




a




b

4. Hitunglah jumlah $V_1$ dan $V_2$.
5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel.

**Tabel 9.8 Hasil Pengukuran**

| $E$ | $V_1$ (Volt) | $V_2$ (Volt) | $V_1 + V_2$ (Dihitung) |
|---|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... | ..... |

6. Berilah komentar untuk membandingkan nilai $E$ dengan nilai $V_1 + V_2$.

## D. Hasil Pengamatan

Berilah kesimpulan disertai suatu alasan!

## Kegiatan 9.8

**A. Tujuan**

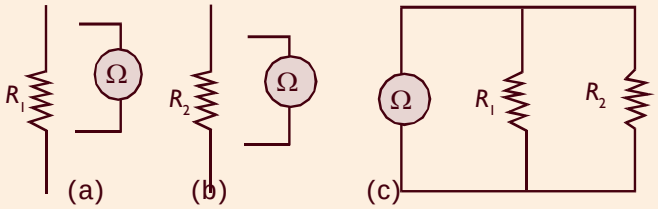
Mengukur besarnya nilai hambatan saat tersusun secara paralel.

**B. Alat dan Bahan**

1. Tiga buah baterai
2. Multimeter
3. Dua buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

**C. Cara Kerja**

1. Ukurlah hambatan $R_1$ seperti gambar a dan catatlah hasilnya.
2. Ukurlah hambatan $R_2$ seperti gambar b dan catat pula hasilnya.
3. Rangkailah dua hambatan $R_1$ dan $R_2$ seperti pada gambar c.
4. Ukurlah besar hambatan paralelnya dan catatlah hasilnya.




(a) (b) (c)

5. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel!

**Tabel 9.9 Data Hasil Pengukuran**

| No. | Nilai Hambatan Menurut Label (Ω) | Nilai Hambatan yang Diukur (Ω) |
|---|---|---|
| 1. | $R_1$ = ..... | $R_1$ = ..... |
| 2. | $R_1$ = ..... | $R_1$ = ..... |
| 3. | $R_1 + R_2$ = ..... | $R_1$ = ..... |

6. Berdasarkan data pada tabel, bandingkan nilai hambatan menurut Tabel dengan hasil pengukuran. Bagaimana komentar kalian?

7. Berdasarkan komentar kalian pada hasil No.6, apa yang bisa kalian simpulkan tentang hubungan antara besarnya nilai hambatan dari masing-masing hambatan dan saat disusun paralel?

**D. Hasil Pengamatan**

Buatlah analisis dan kesimpulannya!

## Kegiatan 9.9

**A. Tujuan**

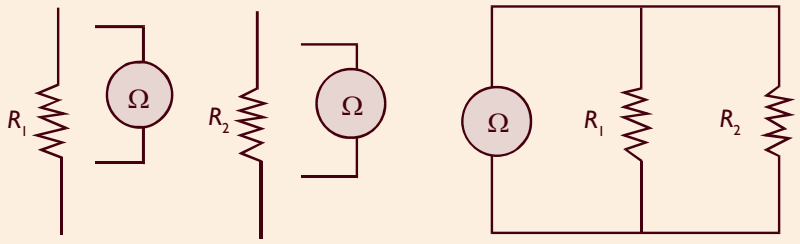
Menentukan nilai beda potensial dari suatu hambatan secara paralel.

**B. Alat dan Bahan**

1. 3 buah baterai
2. Multimeter – voltmeter
3. 2 buah hambatan yang berbeda nilainya
4. Kabel

**C. Cara Kerja**

1. Hubungkan rangkaian hambatan seperti pada gambar di bawah ini!




2. Ubahlah multimeter pada DC volt.
3. Ukurlah dengan menggunakan voltmeter besar beda potensial di antara $R_1$ dan catatlah hasilnya.
4. Ukurlah beda potensial $R_2$ dan catat hasilnya.
5. Ukurlah beda potensial sumber (baterai) dan catat pula hasilnya.

6. Masukkan semua data pengukuran pada tabel.

**Tabel 9.10 Data Hasil Pengukuran**

| $V_1$ (Volt) | $V_2$ (Volt) | $V_s$ (Volt) |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |

7. Berdasarkan data pada Tabel 9.10, bagaimana pengaruh nilai beda potensial yang melalui hambatan dengan beda potensial sumber?

## D. Hasil Pengamatan

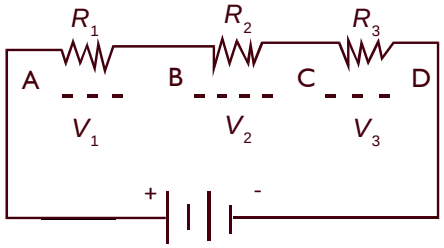
Tuliskan suatu kesimpulan yang menghubungkan pengaruh beda potensial sumber dengan yang melalui hambatan baik secara paralel maupun masing-masing hambatan!

### Rangkaian hambatan

Kalian sudah mengetahui bahwa ada dua rangkaian dasar pada suatu hambatan yaitu **rangkaian seri** dan **rangkaian paralel**.

## 1. Rangkaian Seri

Misal tiga buah hambatan yang masing-masing $R_1$, $R_2$, dan $R_3$ dirangkai seri, lihat Gambar 9.9!




**Gambar 9.9** *Rangkaian seri tiga hambatan $R_1$, $R_2$, dan $R_3$*

Ketiga hambatan tersebut dapat diganti dengan satu hambatan dan disebut hambatan pengganti. Karena rangkaian hambatan tersebut seri maka hambatan pengganti ini sering disebut hambatan

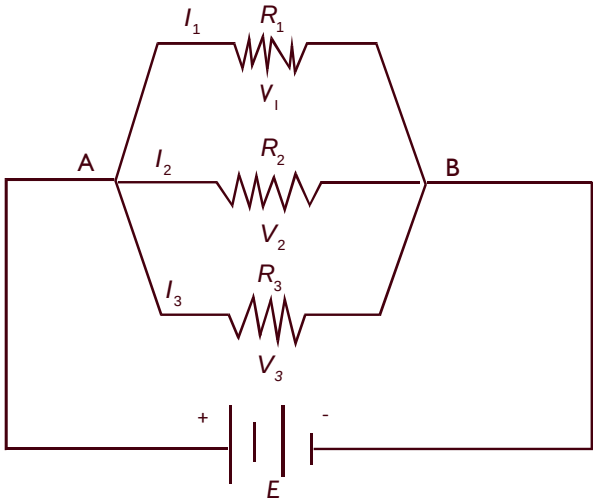
seri, $R_S$. Besar $R_S$ merupakan jumlah dari masing-masing hambatan.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Dari persamaan di atas tampak bahwa hambatan pengganti untuk susunan seri merupakan jumlah dari masing-masing hambatan. Sedang besarnya nilai beda potensial antara ujung-ujung hambatan tidak sama, karena untuk seri yang mempunyai nilai konstan adalah arus dan muatan listrik yang melalui hambatan. Sehingga jika besar dari masing-masing hambatan berbeda, maka nilai beda potensialnya dari masing-masing hambatan juga berbeda.

## 2. Rangkaian Paralel (Rangkaian Bercabang)

Misal tiga buah hambatan yang masing-masingnya $R_1$, $R_2$, dan $R_3$ dirangkai paralel, lihat Gambar 9.10!




**Gambar 9.10** *Rangkaian paralel tiga hambatan $R_1$, $R_2$, dan $R_3$*

Ketiga hambatan tersebut dapat diganti dengan satu hambatan yang disebut hambatan pengganti. Karena rangkaian hambatan tersebut paralel maka

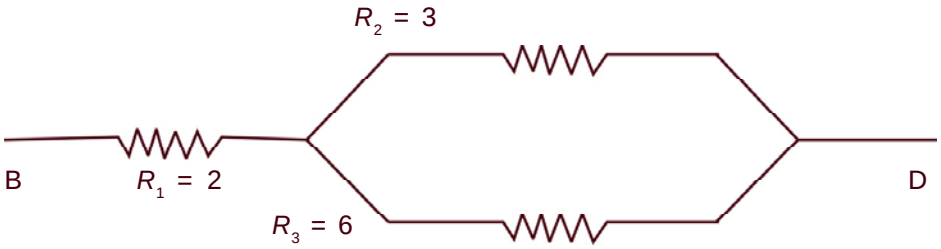
hambatan penggantinya disebut hambatan paralel ($R_P$). Besar hambatan paralel ($R_P$) dapat ditentukan menggunakan persamaan,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Pada rangkaian paralel, beda potensial masing-masing cabang besarnya sama.

**Contoh soal 9.4:**

Perhatikan gambar di bawah ini.




Hitung besar hambatan BD!

***Penyelesaian:***

Diketahui : $R_1 = 2\ \Omega$
$R_2 = 3\ \Omega$
$R_3 = 6\ \Omega$

Ditanya: $R_{BD}$ = . . . ?

***Jawab:***

a. $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$= \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$

$= \frac{(2+1)}{6\Omega}$

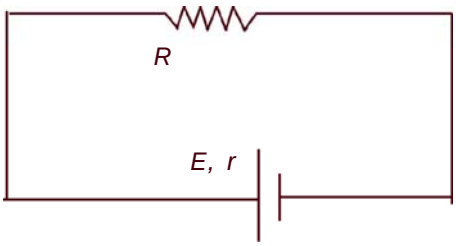
$R_p = \frac{6\Omega}{3} - 2\Omega$

b. $R_{BD} = R_1 + R_P$
$= (2 + 2)\ \Omega$
$= 4\ \Omega$

## E. Penerapan Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff

Sumber tegangan adalah alat yang dapat menimbulkan beda potensial listrik. Sebuah sumber tegangan memiliki energi yang dapat digunakan untuk mengalirkan arus listrik disebut GGL, *E*. Sumber-sumber tegangan pada umumnya memiliki hambatan yang disebut hambatan dalam *r*.

Secara umum, sebuah rangkaian listrik selalu berlaku hukum Ohm dan hukum I Kirchhoff. Misal, sebuah rangkaian listrik sederhana yang terdiri atas sebuah hambatan luar, *R*, sumber tegangan, *E*, dan hambatan dalam *r*, lihat pada Gambar 9.11!




**Gambar 9.11** *Rangkaian sederhana*

Apabila hambatannya lebih dari satu, maka *R* ini merupakan hambatan pengganti dari beberapa hambatan tersebut. Kuat arus yang mengalir dalam rangkaian adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Jika dalam suatu rangkaian terdiri atas beberapa baterai baik tersusun secara seri maupun paralel, maka Persamaan di atas dapat ditulis kembali, untuk seri,

$$I = \frac{E}{R + r_s}$$

$$I = \frac{nE}{R + nr}$$

Dengan $E_s = nE$, $r_s = nR$, dan $n$ adalah banyaknya baterai yang digunakan untuk rangkaian seri, sedang untuk rangkaian paralel:

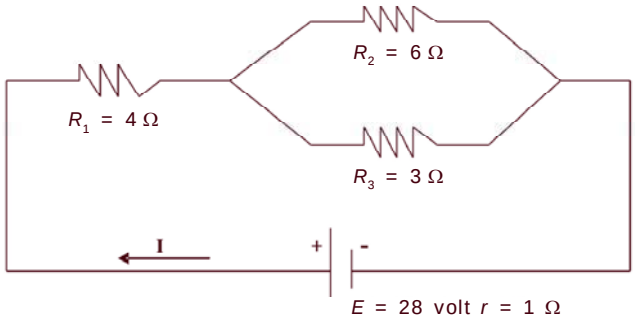
$$I = \frac{E_p}{R + r_p}$$

Karena $E_p = E$ dan $r_p = (r/n)$ maka persamaan di atas, dapat ditulis kembali,

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

**Contoh soal 9.5:**

1. Perhatikan gambar di bawah ini!




Apabila hambatan $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, dan $R_3 = 3\ \Omega$ $E = 28$ volt serta hambatan $r = 1$. Berapakah arus ($I$) yang melewati rangkaian tersebut?

***Penyelesaian:***

Diketahui : $R_1 = 4\ \Omega$
$R_2 = 6\ \Omega$
$R_3 = 3\ \Omega$
$E = 28\ V$
$r = 1\ \Omega$

Ditanya : $I = \ldots ?$

***Jawab :***

a. Rangkaian disederhanakan:



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{3\Omega}$$

$$= \frac{1+2}{6\Omega}$$

$$= \frac{6\Omega}{3}$$

$$= 2\Omega$$

b. $R_t = R_1 + R_p$
$= (4 + 2)$
$= 6\ \Omega$

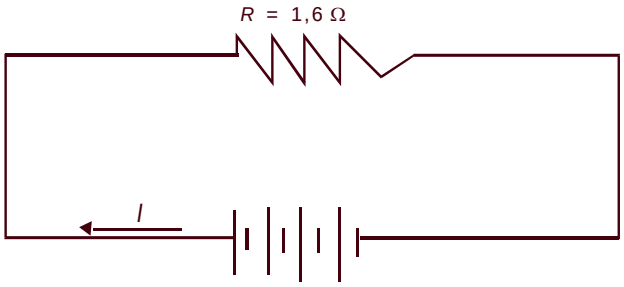
c. $I = \dfrac{E}{R + r}$

$$= \frac{28\,\text{volt}}{(6+1)\Omega}$$

$$= \frac{28\,\text{volt}}{7\Omega}$$

$= 4\ A$

2. Perhatikan gambar di bawah ini!




Empat buah baterai yang masing-masing ber GGL 1,5 volt dan hambatan dalamnya adalah 0,1? dirangkai seri. Rangkaian tersebut dihubungkan dengan hambatan luar $R$ = 1,6. Berapa besar arus yang mengalir?

***Penyelesaian:***

Diketahui : $n$ = 4 buah
$E$ = 1,5 volt
$r$ = 0,1 Ω
$R$ = 1,6 Ω

Ditanya : $I$ = . . . ?

***Jawab :***

$$I = \frac{nE}{R + nr}$$

$$= \frac{(4 \times 1{,}5)\,\text{volt}}{\{1{,}6 + (4 \times 0{,}1)\}\,\Omega}$$

$$= \frac{6\ \text{volt}}{(1{,}6 + 0{,}4)\,\Omega}$$

$$= \frac{6\ \text{volt}}{2\Omega}$$

$$= 3\ \text{A}$$

## Rangkuman

1. Hukum Ohm menyatakan bahwa kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar berbanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan pada penghantar tersebut.

$$I = \frac{V}{R}$$

2. Satu ampere adalah satu coulomb muatan yang bergerak melalui sebuah titik dalam satu sekon.
3. Hubungan antara hambatan, jenis bahan, panjang, dan luas penampang dan suhu dari suatu penghantar:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \qquad R = R_o\left(1 + \alpha \Delta T\right) \qquad \rho = \rho_o\left(1 + \alpha \Delta T\right)$$

4. Berdasarkan mudah tidaknya dilalui arus listrik, suatu bahan dibedakan:
   a. konduktor
   b. semikonduktor
   c. isolator
5. Hukum I Kirchhoff
   Besarnya kuat arus yang masuk pada titik percabangan sama dengan kuat arus yang keluar dari titik percabangan itu. $I = I'$
6. Rangkaian hambatan
   Rangkaian seri: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R \ldots.$

   Rangkaian Paralel: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots.$

7. Kuat arus yang mengalir pada rangkaian tertutup: $I = \frac{E}{R + r}$
8. Untuk rangkaian yang terdiri atas beberapa elemen:

   a. Disusun seri $I = \frac{nE}{R + nr}$

   b. Disusun paralel $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$

## Refleksi

Sebagai bahan refleksi, jawablah pertanyaan berikut. Mengapa pada umumnya rangkaian listrik di rumah-rumah menggunakan rangkaian paralel. Apa keuntungannya?
Silakan melanjutkan ke materi berikutnya jika sudah bisa menjawab pertanyaan di atas, jika belum, pahami lagi materi bab ini.



## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan cara memberi tanda silang (X) pada huruf *a, b, c,* atau *d*!

1. Dalam sebuah penghantar yang mempunyai hambatan 400 ohm, mengalir arus listrik sebesar 250 miliampere. Besar beda potensial pada kedua ujungnya adalah . . . .
   a. 100 V
   b. 200 V
   c. 400 V
   d. 100.000 V
2. Apabila $V$ = beda potensial, $I$ = arus listrik dan $R$ = hambatan suatu penghantar, maka hubungan yang benar antara ketiga besaran tersebut adalah . . . .
   a. $I = V R$
   b. $I = \frac{V}{R}$
   c. $I = V + R$
   d. $I = V - R$
3. Sebuah penghantar memiliki beda potensial antara ujung-ujungnya sebesar 200 volt. Apabila hambatan penghantar tersebut 40 ohm, maka besar arus yang melalui penghantar adalah . . . .
   a. 0,5 ampere
   b. 5 ampere
   c. 10 ampere
   d. 15 ampere

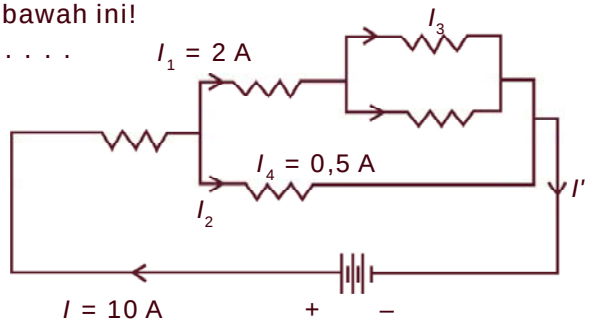
4. Hambatan sebuah penghantar memiliki beda potensial 100 volt dan mengalir arus listrik 500 miliampere adalah . . . .
   a. 50 ohm
   b. 100 ohm
   c. 200 ohm
   d. 50.000 ohm
5. Bahan atau zat yang mudah menghantarkan arus listrik disebut . . . .
   a. isolator
   b. semikonduktor
   c. konduktor
   d. stator
6. Tersedia bahan sebagai berikut.
   1) Perak
   2) Emas
   3) Mika
   4) Plastik
   5) Tembaga

   Di antara bahan yang termasuk isolator adalah . . . .
   a. 1, 2, dan 3
   b. 1 dan 3
   c. 3 dan 4
   d. 2 dan 5
7. Sebuah kawat penghantar memiliki hambatan 4 ohm. Apabila panjang kawat 1 meter dan luas penampang 0,35 $mm^2$, maka hambatan jenis kawat tersebut adalah . . . . (dalam $\Omega$ m)
   a. $0{,}10 \times 10^{-6}$
   b. $0{,}20 \times 10^{-6}$
   c. $0{,}35 \times 10^{-6}$
   d. $1{,}40 \times 10^{-6}$
8. Sebuah kawat penghantar memiliki luas penampang 0,25 $mm^2$. Apabila hambatan dan hambatan jenisnya masing-masing adalah 10 ohm dan $0{,}5 \times 10^{-6}$ $\Omega$ m, maka panjang kawat tersebut adalah . . . .
   a. 5 mm
   b. 10 mm
   c. 5 m
   d. 10 m

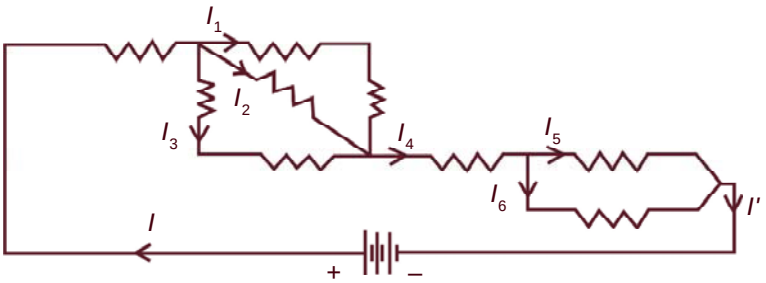
9. Sebuah kawat memiliki panjang 8 m dan berdiameter 2 $mm^2$. Jika hambatan jenis kawat adalah 0,314 × $10^{-6}$ Ω m. Maka nilai hambatan kawat adalah . . . .
   a. 0,2 ohm
   b. 0,4 ohm
   c. 0,8 ohm
   d. 1,2 ohm

10. Kawat penghantar memiliki panjang 10 meter dan berjari-jari 0,5 mm. Jika hambatan jenis kawat adalah 0,628 × $10^{-6}$ Ω m, maka nilai hambatan kawat adalah . . . .
   a. 2 ohm
   b. 4 ohm
   c. 6 ohm
   d. 8 ohm

11. Perhatikan gambar di bawah ini!
   Besar $I_2$, $I_3$, $I'$ adalah . . . .
   a. 1,5 A, 8 A, 10 A
   b. 2 A, 8 A, 10 A
   c. 8 A, 1,5 A, 10 A
   d. 8 A, 10 A, 12 A

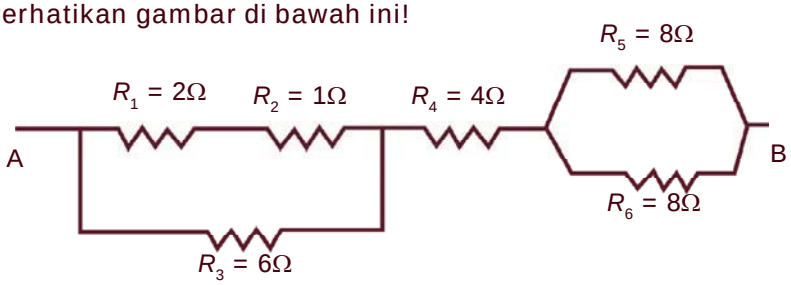



12. Perhatikan gambar di bawah ini!




   Jika besar arus $I$ = 8 A, $I_1$ = $I_2$ = 2 A, $I_5$ = 3 A, maka besar arus $I_3$ dan $I_6$ adalah . . . .
   a. 2 A, 3 A
   b. 3 A, 2 A
   c. 5 A, 4 A
   d. 4 A, 5 A

13. Besar arus listrik di setiap titik pada rangkaian seri adalah . . . .
    a. sama
    b. tidak sama
    c. belum tentu sama
    d. berubah-ubah
14. Jumlah kuat arus yang masuk titik percabangan sama besar dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan. Pernyataan tersebut sesuai dengan hukum . . . .
    a. Newton
    b. Kirchhoff
    c. Faraday
    d. Boyle
15. Perhatikan gambar di bawah ini!

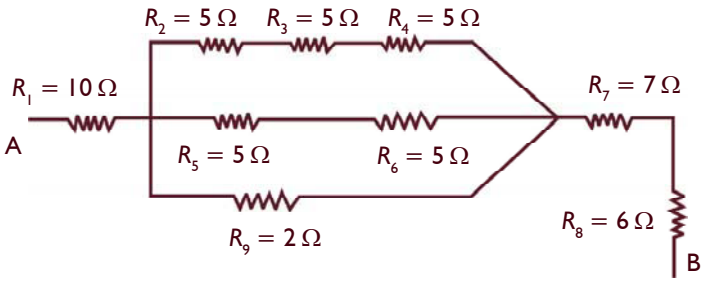



    Maka besar hambatan pengganti rangkaian adalah . . . .
    a. 4 Ω
    b. 6 Ω
    c. 8 Ω
    d. 10 Ω

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan tentang konduktivitas dan bagaimana hubungan konduktivitas dengan hambatan suatu benda!
2. Luas penampang sebuah kawat penghantar adalah 0,25 $mm^2$. Apabila hambatan dan hambatan jenis kawat masing-masing adalah 4 ohm dan $0{,}5 \times 10^{-6}$ ohm-meter, maka berapakah panjang kawat tersebut?
3. Sebuah kawat memiliki luas penampang 2 $mm^2$. Jika panjang kawat 1000 meter dan hambatan jenisnya $0{,}02 \times 10^{-6}$ ohm-meter, maka berapakah besar hambatan kawat?
4. Sebuah kawat penghantar memiliki panjang 1.000 meter. Apabila hambatan jenis kawat $0{,}03 \times 10^{-6}$ ohm-meter dan nilai hambatan kawat 5 ohm, maka berapakah luas penampang kawat?

5. Perhatikan gambar di bawah ini!




Berapa besar hambatan pengganti rangkaian tersebut?

**Proyek**

Carilah informasi dari berbagai sumber (buku, majalah, televisi, radio, internet, dan sumber lainnya) tentang aplikasi hukum Ohm dan hukum I Kirchhoff dalam kehidupan sehari-hari. Kumpulkan dalam bentuk kliping!

# Bab 10

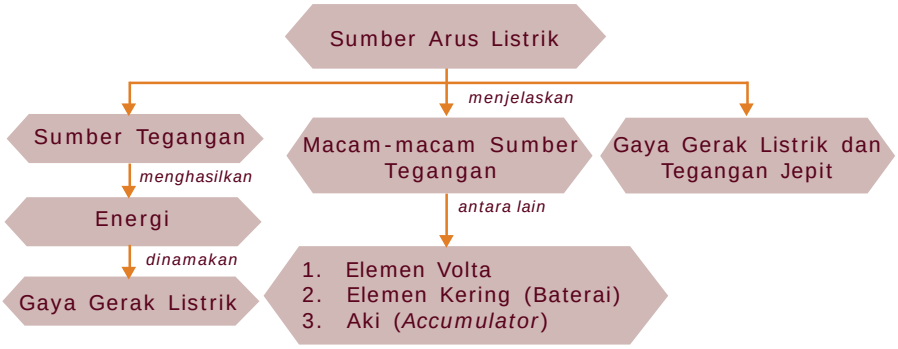
# Sumber Arus Listrik

Andi seorang pelajar kelas tiga SMP yang baru naik dari kelas dua. Pada suatu hari Andi bersama teman sekelasnya dibimbing oleh guru pengajar Fisika melakukan praktikum di laboratorium yang berkaitan dengan sumber tegangan. Andi duduk berempat dalam satu kelompok sambil mendengarkan penjelasan guru. Setelah pengarahan dari guru, Andi dan ketiga temannya mulai melakukan kegiatan untuk mengamati peralatan yang tersedia di meja praktikum yaitu dua buah tabung yang berisi larutan, batang tembaga, seng, lampu dan kawat yang telah dirangkaikan sesuai petunjuk buku dan pengarahan guru mereka, mendapati lampu yang terpasang yang menyala. Andi bertanya dalam hati, apa yang terjadi pada rangkaian tersebut kaitannya dengan larutan yang menyebabkan lampu dapat menyala.

Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, ikutilah penjelasan dalam bab ini.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

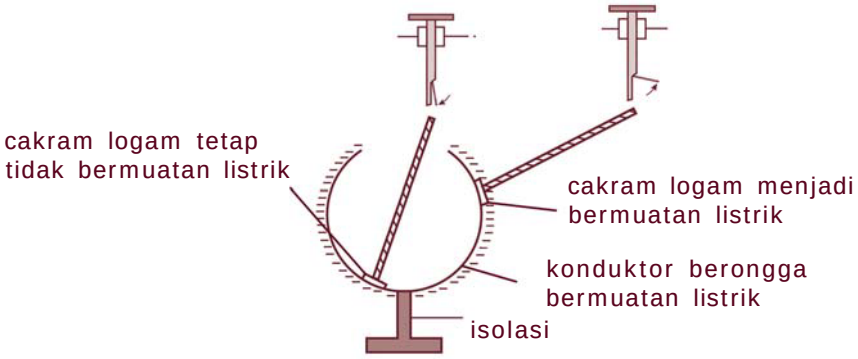
Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Sumber tegangan
- Elemen kering
- Elemen Volta
- Aki

## A. Sumber Tegangan

Pada bab 7 telah kita pelajari, bahwa muatan sejenis bila didekatkan akan tolak-menolak begitupun sebaliknya. Hal ini terjadi bila benda bermuatan didekatkan pada benda yang lain maka benda tersebut akan terpolarisasi, yaitu muatan yang sejenis akan menjauh sedang muatan tak sejenis akan tarik-menarik.

Pada Gambar 10.1 jika sebuah cakram logam netral didekatkan ke permukaan dalam konduktor berongga yang bermuatan listrik, tidak menyebabkan daun elektroskop mekar. Ini menunjukkan bahwa cakram logam tidak bermuatan listrik. Dan jika cakram logam tersebut didekatkan pada permukaan luar konduktor, maka daun elektroskop mekar. Hal ini menunjukkan bahwa cakram logam bermuatan listrik. Jadi pada prinsipnya muatan-muatan tersebut berada pada sekitar permukaan sebuah konduktor.




**Gambar10.1** *Distribusi muatan listrik pada konduktor berongga*

Muatan yang bergerak akibat kehadiran muatan yang lain, akan mengingatkan pada konsep gaya. Mengapa? Jelaskan!

Gaya yang bekerja pada sebuah muatan *Q* dan menyebabkan pergeseran sepanjang *s* disebut energi atau kerja, *W*.

Jadi, kerja yang dilakukan oleh sebuah muatan sama dengan perkalian gaya dengan pergeseran, dirumuskan,

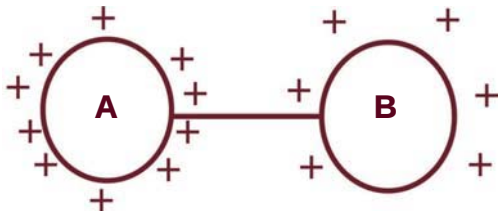
$$W = F\,S$$

Menurut persamaan di atas bahwa gaya sebanding dengan muatan, maka kerja yang dilakukan juga sebanding dengan muatan yang berpindah, dan beda potensial yang menyebabkan muatan bergerak. Oleh karena itu persamaan tersebut dapat ditulis

$$W = Q\,\Delta V$$

Dengan $\Delta V_{AB}$ adalah beda potensial di titik A dan B dengan satuan volt, lihat Gambar 10.2! Persamaan di atas menunjukkan bahwa usaha atau kerja dapat dinyatakan dalam satuan coulomb volt dan disebut sebagai energi potensial. Beda potensial listrik sering disebut sebagai potensial dan dalam bahasa sehari-hari lebih dikenal sebagai tegangan listrik.

Perhatikan Gambar 10.2, misalkan ada dua buah benda berbentuk bola yang sama besarnya, masing-masing bermuatan positif. Benda A bermuatan positif lebih banyak daripada benda B. Oleh karena itu, benda A mempunyai potensial listrik lebih besar daripada di B. Sebaliknya benda A kekurangan elektron sehingga jika benda A dan B dihubungkan dengan kawat penghantar, maka terjadi aliran elektron dari B ke A dan aliran muatan positif dari A ke B, sampai terjadi keseimbangan, yaitu potensial A sama dengan potensial B. Arah aliran muatan-muatan positif disebut arah arus listrik, $I$, dan arah sebaliknya adalah arah elektron, hal ini menunjukkan bahwa arah arus listrik selalu berlawanan dengan arah aliran elektron.




**Gambar 10.2** *Beda potensial*

Pada saat terjadi keseimbangan antara potensial di A dan di B, maka tidak akan terjadi aliran muatan atau tidak ada arus yang mengalir. Untuk mempertahankan terjadinya aliran muatan, perlu adanya alat sumber tegangan atau sumber arus yang dapat memberikan beda potensial dalam suatu penghantar. Contoh sumber tegangan di antaranya baterai, dinamo, dan aki.

Untuk mengalirkan muatan listrik dari titik satu ke titik yang lain dalam suatu penghantar, diperlukan energi. Banyaknya energi yang dikeluarkan di antaranya tergantung pada besar kecilnya sebuah muatan yang dipindahkan, makin besar muatan yang dipindahkan, makin besar pula energi yang harus dikeluarkan, persamaan Energi ini disebut Energi Penggerak Listrik (EPL). EPL sering disebut Gaya Gerak Listrik, (GGL). Dengan kata lain bahwa GGL adalah energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan muatan listrik di dalam suatu rangkaian.

### Tugas

Diskusikan dengan teman sebangku kalian.

1. Jelaskan secara fisika terjadinya kilat di angkasa, dan ceritakan menurut bahasa kalian!
2. Bagaimana bila terdapat dua gumpalan awan di angkasa? Tuliskan apa yang akan terjadi berdasarkan fenomena di atas!
3. Mengapa bangunan yang tinggi selalu diberi penangkal petir?

## B. Macam-macam Sumber Tegangan

Telah dipelajari bersama bahwa arus listrik dapat mengalir dalam kawat penghantar jika antara kedua ujung-ujung penghantar itu terdapat beda potensial. Untuk dapat menimbulkan beda potensial diperlukan

sumber tegangan. Sumber tegangan yang mengeluarkan energi listrik berdasarkan prinsip pasangan logam disebut **sel** atau **elemen**. Elemen ada dua jenis, yaitu elemen kering dan elemen basah. Contoh elemen kering adalah batu baterai (baterai), sedangkan contoh elemen basah adalah aki (accumulator).

Elemen kering disebut juga **elemen primer**, karena setelah tidak dapat memberikan beda potensial sudah tidak bisa dipakai lagi. Sedangkan aki setelah tidak memberikan beda potensial atau dalam bahasa sehari-hari disebut kosong dapat diisi lagi maka aki disebut **elemen sekunder**.

## 1. Elemen Volta

**Alessandro Volta (1745 – 1827)** menemukan bahwa pasangan logam tertentu dapat membangkitkan GGL, gaya gerak listrik ini menyebabkan arus listrik mengalir dalam suatu rangkaian. Pasangan logam tersebut adalah Cu (tembaga) dan Zn (seng). Sumber tegangan pertama yang dapat mengalirkan arus listrik cukup besar adalah elemen Volta. $H_2SO_4$ yang dipakai sebagai elektrolit akan terdisosiasi menjadi $H^+$ dan $SO_4^{-2}$. Energi yang diperlukan untuk menggerakkan elektron-elektron dari elektroda Zn ke elektroda Cu dan jumlah energi per satuan muatan yang tersedia dari elemen Volta dinyatakan dalam satuan volt atau joule per coulomb.

Adanya gelembung-gelembung ini dikarenakan gas hidrogen tidak dapat bersenyawa dengan Cu, akibatnya menghalangi jalannya aliran listrik sehingga lampu tidak menyala. Sebagai kutub positif (anoda) dalam elemen Volta adalah Cu sedangkan Zn sebagai kutub negatif (katoda) dan $H_2SO_4$ encer sebagai larutan elektrolit yang berakibat terdisosiasi menjadi ion $2H^+$ dan $SO_4^{2-}$.

## 2. Elemen Kering (Baterai)

Elemen kering atau baterai adalah sumber tegangan yang dapat lebih lama mengalirkan arus listrik daripada elemen Volta. Elemen kering dibuat pertama kali pada tahun 1866, kimiawan Perancis oleh **George Leclanche**.

Elemen kering ini terdiri atas Zn yang berbentuk bejana dan logam dalam Zn ini dilapisi karbon (batang arang). Karena batang arang memiliki potensial lebih tinggi daripada Zn, maka batang arang sebagai anoda, sedangkan Zn sebagai katoda.

Di bagian dalam elemen kering ini terdapat campuran antara salmiak atau amonium klorida ($NH_4Cl$) serbuk arang dan batu kawi atau mangan dioksida ($MnO_2$). Campuran ini berbentuk pasta yang kering. Karena elemen ini menggunakan larutan elektrolit berbentuk pasta yang kering maka disebut elemen kering.

Pada elemen kering, $NH_4Cl$ sebagai larutan elektrolit dan $MnO_2$ sebagai depolarisator. Kegunaan dispolarisator yaitu dapat meniadakan polarisasi. Sehingga arus listrik pada elemen kering dapat mengalir lebih lama sebab tidak ada gelembung-gelembung gas.

Arus listrik pada baterai mengalir searah dan terjadi bila kutub positif dihubungkan dengan kutub negatif. Oleh sebab itu aliran baterai dinamakan *Direct Current (DC)*. Untuk menambah tegangan listrik baterai dapat disusun secara seri, yaitu disusun berurutan dengan kutub positif-negatif dengan berselang-seling. Misalnya 3 buah baterai mempunyai tegangan 1,5 volt yang disusun seri akan mempunyai tegangan 4,5 volt. Susunan seperti ini sering kita jumpai pada alat-alat listrik sederhana seperti senter dan *walkman*. Adapun pasangan paralel adalah jika masing-masing kutub baterai yang sama saling dihubungkan, tegangan listrik yang didapat bertambah, tetapi arus yang mengalir akan menjadi lebih besar.

### Baterai isi ulang

Saat ini, pemakaian baterai isi ulang semakin meluas, seiring semakin banyaknya alat komunikasi dan alat elektronik lainnya yang bersifat *portable* (mudah dibawa dan dipindah-pindahkan), misalnya komputer laptop, telepon genggam, *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan kamera genggam. Umumnya jenis baterai yang digunakan adalah nikel-kadmium (Ni-Cd), yang memakai bahan nikel hidroksida serta kadmium sebagai elektrodanya, dan kalium hidroksida sebagai elektrolit. Akan tetapi, baterai isi ulang juga ada yang menggunakan bahan litium sebagai elektrodanya, sehingga mempunyai daya tahan yang lama.

## 3. Aki (*Accumulator*)

Aki merupakan sumber tegangan yang berasal dari reaksi kimia, sebagaimana elemen Volta dan elemen kering. Aki terdiri atas karet keras atau kaca yang berbentuk bak dan berisi larutan asam sulfat pekat $H_2SO_4$ yang berfungsi sebagai larutan elektrolit. Di dalam larutan ini terdapat dua kerangka timbul, yaitu timbal peroksida ($PbO_2$) sebagai anoda dan timbal murni (Pb) sebagai katoda.

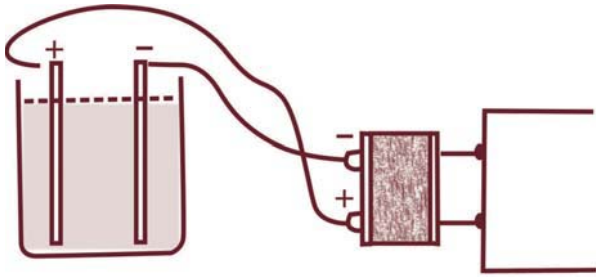
### a. Pemakaian aki

Pada pemakaian aki terjadi proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Pemakaian aki di antaranya untuk menyalakan tape recorder, radio, TV. Pada saat aki digunakan maka terjadi proses kimia sehingga aki dapat mengalirkan arus listrik, proses kimia yang terjadi adalah lapisan pada katoda dan anoda sedikit demi sedikit berubah menjadi timbal oksida (PbO). Sehingga potensial kedua kutub menjadi sama, dan arus listrik tidak dapat mengalir, dalam hal ini aki dikatakan kosong.

Kemampuan aki untuk mengalirkan arus listrik dapat dipulihkan kembali dengan jalan mengalirkan arus listrik searah dari sumber arus yang lain melalui kedua kutubnya.

**b. Pengisian aki**

Pada proses pengisian aki ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Gambar 10.3 menunjukkan cara atau proses pengisian aki.




**Gambar 10.3** *Mengisi aki*

Karena ada aliran arus listrik dari luar, maka kedua kutub anoda dan katoda dari PbO berubah menjadi $PbO_2$ dan Pb. Peristiwa mengalirkan arus listrik ke dalam aki ini disebut mengisi atau dalam bahasa sehari-hari disebut menyeterum aki.

## C. Gaya Gerak Listrik dan Tegangan Jepit

### Kegiatan

**A. Tujuan**

Mengetahui beda potensial yang dihasilkan oleh baterai.

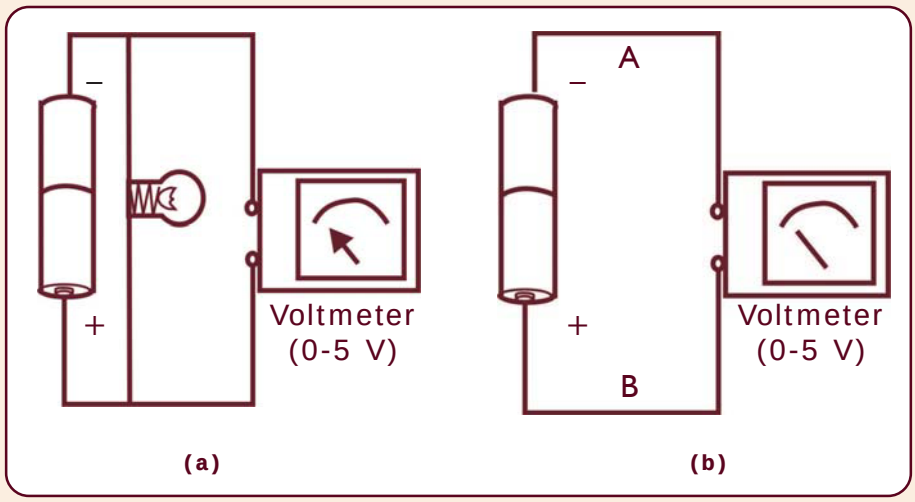
**B. Alat dan Bahan**

1. Baterai
2. Bola lampu kecil (2,5 volt)
3. Voltmeter/basicmeter atau multimeter
4. Kabel secukupnya

**C. Cara Kerja**

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Rangkaikan alat seperti pada gambar a.
3. Amatilah penunjukkan voltmeter! Catatlah angka yang ditunjukkan oleh voltmeter.

4. Rangkaikan alat seperti pada gambar b.
5. Amatilah jarum yang ditunjukkan oleh voltmeter dan catatlah.




## D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan disertai alasan yang jelas!

Voltmeter dan basicmeter adalah alat untuk mengukur beda potensial. Multimeter alat yang bisa difungsikan sebagai voltmeter, amperemeter, dan ohmmeter tergantung tujuan dari pengukuran. Pengukuran besarnya potensial tidak bisa ditentukan pada satu titik. Misalnya potensial di titik A dan potensial di titik B kita tidak bisa mengukur nilainya namun hanya bisa untuk mengukur beda potensial antara di titik A dan di titik B.

Untuk mengukur beda potensial antara dua titik misalnya dititik A dan B maka voltmeter harus dipasang di antara titik A dan titik B secara paralel.

Pengukuran beda potensial pada Gambar (a) yaitu beda potensial antara kutub positif dan negatif dari suatu sumber tegangan *E*, yang diukur langsung tanpa adanya aliran arus listrik ke suatu penghantar. Hasil pengukuran ini menunjukkan besarnya nilai GGL.

Sedangkan pengukuran beda potensial pada Gambar (b) yaitu beda potensial antara dua titik yaitu A dan B selama arus mengalir disebut tegangan jepit, $V_J$. Untuk $V_{C\text{-}D}$, adalah tegangan jepit antara titik C dan D. Oleh karena itu besarnya nilai GGL lebih besar dari pada $V_J$. Mengapa? Sebab sebagian tegangan selama arus listrik mengalir digunakan untuk menyalakan lampu yang mempunyai hambatan tertentu. Satuan yang digunakan baik GGL maupun $V_J$ dalam satuan Sistem Internasional adalah volt, *V*.

## Rangkuman

1. Sumber tegangan: alat yang dapat menghasilkan beda potensial pada penghantar.
2. Beda potensial pada suatu titik sebanding dengan kerja untuk memindahkan muatan sebesar:

$$W = Q\,V$$

3. Gaya gerak listrik: energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan muatan listrik dalam suatu rangkaian.
4. Sumber tegangan dibedakan menjadi:
   a. elemen primer
   b. elemen sekunder
5. Elemen primer contohnya: elemen Volta dan elemen Leclanche
6. Elemen sekunder contohnya aki.
   a. Pemakaian aki, terjadi perubahan energi kimia menjadi listrik.
   b. Pengisian aki, terjadi perubahan energi listrik menjadi kimia
7. Tegangan jepit: tegangan pada saat arus mengalir.

## Refleksi

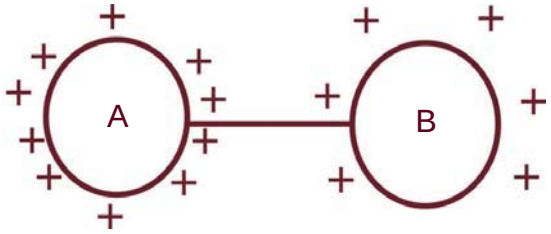
Pada barang elektronik seperti radio, selain menggunakan listrik sebagai sumber tegangan, juga menggunakan elemen seperti baterai. Pada umumnya baterai-baterai tersebut disusun secara seri, mengapa demikian?

Jawablah pertanyaan di atas sebagai bahan refleksi untuk bisa melanjutkan ke materi berikutnya.

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a, b, c,* atau *d*!**

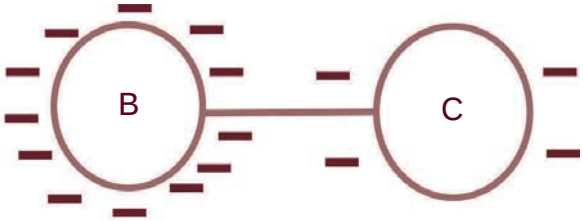
1. Perhatikan gambar di bawah ini!




Berikut ini yang benar adalah . . . .
   a. arah elektron dari A ke B, arah arus listrik dari B ke A
   b. arah arus listrik dari A ke B, arah elektron dari B ke A
   c. arah arus listrik dan arah elektron dari B ke A
   d. arah arus listrik dan arah elektron dari A ke B

2. Arah arus listrik dan arah elektron adalah . . . .
   a. selalu berlawanan
   b. selalu sama
   c. kadang-kadang berlawanan
   d. tidak dapat ditentukan

3. Berikut ini adalah gambar penghantar yang berbentuk bola berikut ini!




Dari gambar di atas, pernyataan yang benar adalah . . . .
a. potensial B sama dengan potensial C
b. potensial B lebih besar dari potensial C
c. potensial B lebih kecil dari potensial C
d. potensial B mungkin lebih besar atau lebih kecil dari potensial C

4. Sebuah alat yang dapat menimbulkan beda potensial antara ujung-ujung penghantar disebut . . . .
a. GGL
b. EPL
c. sumber kalor
d. sumber tegangan

5. Satuan Sistem Internasional GGL sumber tegangan adalah . . . .
a. ampere
b. volt
c. volt ampere
d. ohm

6. Pada elemen Volta yang digunakan sebagai pembangkit GGL adalah . . . .
a. Zn dan batang arang
b. Zn dan Cu
c. Zn dan $PbO_2$
d. $H_2SO_4$ dan $PbO_2$

7. Penemu elemen kering adalah . . . .
a. Alessandro Volta
b. Gaston Plante
c. Benjamin Franklin
d. George Leclanche

8. Alat yang menggunakan aki sebagai sumber energi listrik adalah . . . .
   a. komputer
   b. walkman
   c. kamera digital
   d. televisi
9. Pada aki *(accumulator)* yang berfungsi sebagai anoda adalah . . . .
   a. Pb
   c. $H_2SO_4$
   c. $PbO_2$
   d. Zn
10. Pemasangan voltmeter yang benar pada saat pengukuran tegangan adalah . . . .
   a. paralel
   b. seri
   c. bebas
   d. semua jawaban benar

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Jelaskan yang dimaksud dengan Energi Penggerak Listrik (EPL)!
2. Sebutkan macam-macam sumber tegangan!
3. Jelaskan dengan singkat pemakaian aki, sehingga aki dapat dikatakan kosong!
4. Jelaskan prinsip kerja pada elemen kering (baterai)!
5. Jelaskan yang dimaksud dengan tegangan jepit!

**Proyek**

1. Sediakan:
   a. Empat buah baterai,
   b. Sebuah mikroampere (basic meter unit),
   c. R depan yang sesuai untuk mengukur beda tegangan!
2. Ambil sebuah baterai.
3. Ukurlah dan baca penunjukan beda tegangannya dan catatlah.
4. Ulangi untuk jumlah baterai 2, 3, dan 4.
5. Tuliskan hasil pengamatan kalian pada tabel di bawah ini.

**Tabel Data Pengamatan**

| No. | Jumlah Baterai | Skala yang ditunjuk | Skala Maksimum yang Dipilih | Batas Ukur |
|---|---|---|---|---|
| 1.<br>2.<br>3.<br>4. | | | | |

6. Hitunglah beda tegangan masing-masing percobaan.

# Bab 11

# Energi dan Daya Listrik

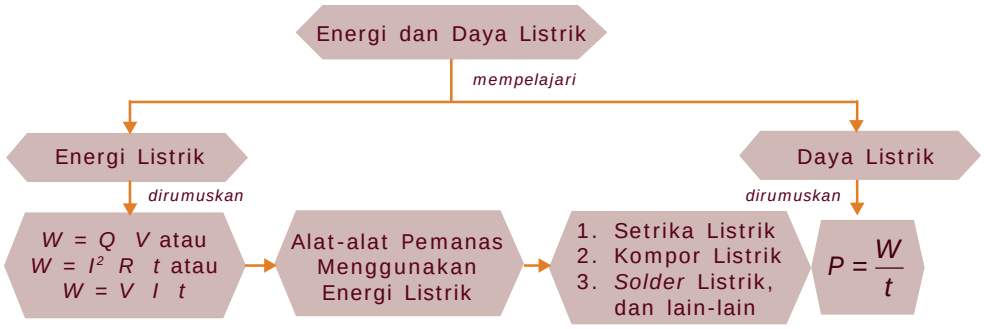
Pada siang hari, setelah pulang sekolah Ari duduk-duduk di teras depan rumahnya. Sesekali ia melihat ke arah jalan, seolah-olah ada yang ia tunggu. Ternyata tidak lama lagi Andi adiknya yang tengah berjalan bersama ibunya menuju rumah, setelah sampai di depan kakaknya, Andi memencet tombol mobil-mobilan yang baru saja ia beli di toko. Mobil-mobilan itu dapat berjalan. Andi berpikir kenapa mobil-mobilan itu dapat berjalan sendiri. Karena rasa ingin tahu Andi mengambil mobil-mobilan itu dan ia buka bagian bawahnya. Andi mendapat dua baterai kecil di dalam mobil-mobilan itu. Kemudian Andi bertanya kepada Ari, Kak . . . . Kenapa mobil-mobilan ini dapat berjalan?

Ari tidak menjawab, hanya senyum saja yang ia lontarkan. Maka Andi mencoba lagi dengan melepas kedua baterai, ternyata mobil tersebut tidak mau berjalan. Oleh karena itu, Andi hanya berpikir bahwa kedua baterai itu yang menyebabkan mobil bisa berjalan. Mengapa mobil-mobilan yang di dalamnya diberi baterai itu dapat berjalan?

Untuk menjawab pertanyaan di atas mari kita pelajari bab berikut.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Energi listrik
- Daya listrik

## Kegiatan 11.1

**A. Tujuan**

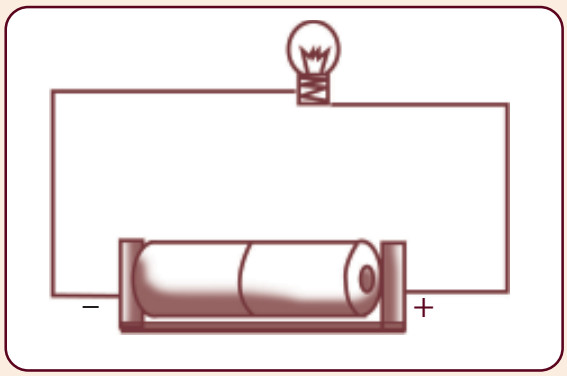
Mengetahui fungsi baterai sebagai sumber energi.

**B. Alat dan Bahan**

1. Dua buah baterai
2. Sebuah lampu pijar
3. Kabel

**C. Cara Kerja**

1. Rangkailah lampu pijar dengan kabel, lihat gambar di bawah ini.




2. Amati apa yang terjadi pada lampu pijar.
3. Rangkaian tersebut hubungkan dengan dua buah baterai seperti terlihat pada gambar.
4. Amati keadaan lampu.
5. Ada dua kemungkinan yang terjadi yaitu lampu menyala atau tidak menyala. Jika lampu menyala, apa yang bisa kalian jelaskan mengenai hubungan antara baterai dan nyala lampu.
6. Apabila baterai kalian lepas tentu lampu tidak akan menyala, ini menunjukkan bahwa ada yang tersimpan dalam baterai yaitu energi. Energi apakah yang tersimpan di dalam baterai?
7. Setelah digunakan dalam rangkaian listrik maka lampu pijar akan menyala, ini menunjukkan bahwa di dalam baterai terjadi proses pengubahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain. Energi apa yang dimaksud?

## D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan yang disertai alasan untuk menjawab pertanyaan bagaimana hubungan antara baterai dan nyala lampu pijar dan apa fungsi dari baterai sebagai sumber energi!

## Tugas 11.1

Amati gambar di bawah ini.




1. Di antara benda atau alat listrik tersebut apabila digunakan, manakah yang menunjukkan adanya perubahan energi listrik menjadi energi kalor? Sebutkan!
2. Peralatan mana yang menunjukkan adanya perubahan energi listrik menjadi energi cahaya?
3. Peralatan mana yang menunjukkan adanya perubahan energi listrik menjadi energi gerak?
4. Menurut kalian, apakah energi listrik yang digunakan mempunyai jumlah yang sama dari masing-masing alat yang ada dalam gambar?
5. Menurut pendapat kalian, faktor apakah yang sangat menentukan besar kecilnya energi listrik yang digunakan?
6. Dari gambar di atas, alat yang mana merupakan sumber energi kimia?
7. Salah satu keunggulan dari fungsi aki dibandingkan dengan baterai adalah dapat digunakan kembali setelah aki diisi. Perubahan energi apa saat aki diisi dan saat aki digunakan? Jelaskan!
8. Buatlah suatu rangkuman mengenai peralatan listrik yang ada pada gambar di atas didasarkan pada jawaban dari pertanyaan 1 - 7.

## Tugas 11.2

1. Cermatilah bermacam-macam alat listrik di bawah ini!
   a. *Magic jar*
   b. *Blender*
   c. *Mixer*
   d. Kipas angin
   e. Kompor listrik
   f. Setrika listrik
   g. *Solder* listrik
   h. Lampu pijar
   i. TV (Televisi)
   j. *Hair Dryer*
   k. *Tape Recorder*
   l. Radio Listrik
2. Dari masing-masing alat, sebutkan fungsi dari masing-masing alat tersebut saat digunakan berkaitan dengan perubahan energi yang terjadi!
3. Sebutkan dan jelaskan alat yang mana yang dapat digunakan tanpa menggunakan energi listrik!
4. Apakah yang harus kalian lakukan agar dapat mengetahui besarnya energi yang digunakan pada peralatan listrik!
5. Sebutkan langkah-langkah apa yang harus kalian lakukan untuk menghemat penggunaan energi listrik di rumah!
6. Dengan mengamati jenis peralatan yang telah disebutkan pada No.1, sebutkan peralatan lain yang sistem kerjanya menggunakan energi listrik!
7. Selain energi listrik yang lebih dominan dalam penggunaan alat yang ada pada No.1, sebutkan bentuk energi lain yang kalian ketahui!
8. Berilah suatu rangkuman tentang bentuk-bentuk energi yang ada dan fungsinya berkaitan dengan peralatan yang digunakan!

# A. Energi Listrik

## 1. Pengertian Energi Listrik

Energi atau tenaga adalah kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha atau kerja. Menurut hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Ini berarti bahwa energi hanya dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Contoh energi listrik berubah ke energi panas, cahaya, gerak, dan bunyi. Tentu tidak ada hal yang ideal dari perubahan satu bentuk energi

ke bentuk energi yang lain, hal ini disebabkan dalam satu perubahan tidak hanya satu wujud perubahan namun diikuti oleh perubahan yang lain, misal saat energi listrik berubah ke energi cahaya, juga akan diikuti oleh perubahan energi panas.

Kalian telah mempelajari bahwa arus listrik terjadi karena aliran elektron di dalam suatu penghantar. Elektron bergerak dari potensial rendah ke potensial yang tinggi. Pada saat terjadinya pergerakan elektron-elektron, tidak menutup kemungkinan terjadinya saling bertumbukan. Akibat tumbukan ini bisa menimbulkan energi panas, bukan? Hal ini dapat diterangkan jika energi yang dialirkan dari sumber tegangan pada penghantar diperbesar, maka jumlah elektron yang bergerak makin besar dan cepat sehingga tumbukan antara elektron yang satu dengan yang lain dalam atom-atom mempunyai probabilitas yang bertambah besar. Oleh karena itu, bahan suatu penghantar yang digunakan selain mempunyai sifat konduktor yang baik juga diperhatikan titik leburnya. Ingat konduktor yang baik merupakan penghantar panas yang baik pula, sehingga penghantar tersebut akan menyebarkan panas ke seluruh bagian penghantar secara merata dan cepat.

Apabila di dalam sebuah rangkaian diberi beda potensial $V$ sehingga mengalirkan muatan listrik sejumlah $Q$ dan arus listrik sebesar $I$, maka energi listrik yang diperlukan,

$$W = Q\,V \quad \text{dengan } Q = I\,t$$

$W$ adalah energi dalam satuan joule, di mana 1 joule adalah energi diperlukan untuk memindahkan satu muatan sebesar 1 coulomb dengan beda potensial 1 volt. Sehingga 1 joule = coulomb × volt. Sedangkan muatan per satuan waktu adalah kuat arus yang mengalir maka energi listrik dapat ditulis,

$$W = V\ I\ t$$

Berkaitan dengan yaitu hukum Ohm, maka dapat ditulis kembali,

$W = I \ R \ I \ t$ atau $W = I^2 \ R \ t$

atau

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

Dari persamaan-persamaan menunjukkan bahwa besarnya energi listrik tergantung pada muatan, beda potensial, arus listrik, hambatan, dan waktu. Semakin besar muatan, kuat arus, beda potensial dan waktu, semakin besar pula energinya. Sedang untuk hambatan, semakin besar hambatan, energi semakin kecil.

## Tugas 11.3

Pertanyaan berhipotesis

1. Bagaimana hubungan antara luas penampang, panjang dan hambatan jenis dari suatu penghantar jika dikaitkan dengan energi listrik?
2. Sebutkan beberapa satuan energi selain joule!

**Contoh soal 11.1:**

1. Sebuah alat pemanas listrik bertegangan 220 volt dan padanya mengalir arus listrik 2 ampere. Jika alat pemanas tersebut dipakai selama 2 jam, berapa energi yang ditimbulkan oleh alat tersebut?

   ***Penyelesaian:***

   Diketahui: $V$ = 220 volt
   $I$ = 2 A
   $t$ = 2 jam
   = 2 × 3600 sekon
   = 7200 sekon

   Ditanya: $W$ = . . . . joule?

***Jawab :*** $W = V\ I\ t$
$= 220$ volt x 2 A x 7200 s
$= 3168000$ joule $= 3168 \times 10^3$ joule
$= 3{,}168 \times 10^6$ joule

2. Pada sebuah penghantar 25 ohm, mengalir arus 0,2A. Bila aliran arus listrik ini berjalan selama 90 menit. Berapakah energi yang ditimbulkan?
***Penyelesaian:***
Diketahui: $R = 25$ ohm
$I = 0{,}2$ A
$t = 90$ menit
$= 90 \times 60$ sekon
$= 5400$ sekon
Ditanya : $W$ = . . . . joule?
***Jawab :*** $W = I^2\ R\ t$
$= (0{,}2\ A)^2 \times 25$ ohm $\times$ 5400 s
$= 0{,}04\ A^2 \times 25$ ohm x 5400 s
$= 5400$ joule $= 5{,}4 \times 10^3$ joule



## B. Daya Listrik

Sebelum kita membahas lebih lanjut tentang daya listrik, lakukanlah Kegiatan 11.2 berikut ini!



### Kegiatan 11.2

**A. Tujuan**

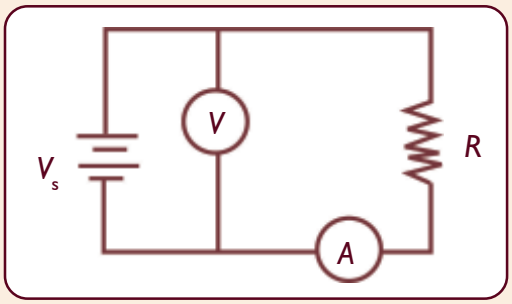
Mencari hubungan potensial dan kuat arus yang disebut daya listrik.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah resistor 220Ω
2. Dua buah basicmeter, 1 sebagai amperemeter dan yang satunya lagi sebagai empat buah voltmeter
3. Empat buah baterai
4. Sebuah ohmmeter

## C. Cara Kerja

1. Ukurlah hambatan resistor *R* menggunakan ohmmeter dan catatlah hasilnya!
2. Rangkailah resistor (*R*), voltmeter (*V*), dan amperemeter (*A*) dan hubungkan dengan dua buah baterai, seperti gambar di bawah ini.




3. Amati penunjuk jarum pada ampermeter dan voltmeter, dan catat angka yang ditunjukkan pada masing-masing kedua alat tersebut!
4. Berdasarkan nilai hambatan, *R*, kuat arus *I*, dan tegangan $V_s$, hitunglah besarnya daya listrik, *P*, yang digunakan dengan menggunakan definisi daya

$$P = V_s \; I$$

Persamaan daya listrik juga dapat ditulis:

$$P = I^2 \; R \text{ atau } P = \frac{V^2}{R}$$

Catatlah hasil penghitungan tersebut!

$P = V_s \; I$ = .....?

$P = I^2 \; R$ = .....?

$P = \frac{V^2}{R}$ = .....?

5. Berdasarkan data yang kalian peroleh, bagaimana perbedaan antara besar daya yang terukur dan berdasarkan perhitungan?
6. Berdasarkan no. 5, mengapa terjadi perbedaan atau kesamaan? Jelaskan!

**D. Hasil Pengamatan**

Buatlah suatu kesimpulan yang disertai alasan yang menghubungkan besarnya nilai daya dari sumber, Persamaan dan daya dalam suatu rangkaian!

## Daya Listrik

Sebuah penghantar yang diberi beda potensial $V$, kuat arus $I$, dalam waktu $t$, berdasarkan persamaan ketiga variabel tersebut merupakan bagian dari konsep usaha atau energi listrik. Usaha yang dilakukan dalam satuan waktu disebut daya, $P$. Oleh karena itu, persamaan daya listrik dapat ditulis sebagai,

$$P = \frac{W}{t} = V\ I$$

Daya listrik merupakan bagian dari besarnya beda potensial, kuat arus, hambatan dan waktu. Satuan daya adalah joule/sekon atau volt × ampere atau lebih umum disebut **watt**, karena watt merupakan satuan Sistem Internasional.

Joule merupakan satuan Sistem Internasional energi listrik, tetapi dalam kehidupan sehari-hari energi listrik biasa dinyatakan dalam satuan kWh (kilowatt-hour) atau kilowatt-jam, dan dapat ditulis

$$W = P\ t$$

Persamaan di atas adalah energi listrik yang dinyatakan dalam satuan watt sekon. Bagaimana kalau dinyatakan kilowatt-jam, maka yang perlu diperhatikan adalah, 1 kilowatt = 1000 watt dengan $t$ selama 1 jam = 3600 sekon. 1 joule = watt sekon, sehingga,

$$1 \text{ joule} = 10^{-3} \text{ kilowatt } \frac{1 \text{ jam}}{3600}$$

$$1 \text{ joule} = \frac{10^{-3}}{36 \times 10^{2}} = \frac{10^{-5}}{36} \text{ kWh} = 0{,}028 \times 10^{-5} \text{ kWh}$$

atau

$1 \text{ kWh} = 3{,}6 \times 10^{6}$ joule

Harga langganan listrik didasarkan pada banyak energi listrik yang digunakan oleh pelanggan listrik tersebut. Banyaknya energi dinyatakan dalam satuan kilowattjam. Alat ukur untuk menentukan besarnya energi listrik yang digunakan disebut kWh-meter. Alat ini biasanya dipasang di rumah-rumah atau bangunan yang memanfaatkan energi listrik.

Misalnya:

Sebuah rumah menggunakan lampu pijar listrik yang bertuliskan 220 V, 40 W. Ini berarti lampu menyala dengan baik pada tegangan 220 V dan daya yang digunakan adalah 40 W.

Artinya setiap detik lampu tersebut menggunakan energi listrik sebesar 40 joule. Apabila lampu dinyalakan selama 24 jam dan 1 kWh harganya Rp 100,00, maka untuk menentukan pembayaran listrik selama 24 jam tersebut sebagai berkut:

Daya lampu 40 W atau 0,040 kW, jika dinyalakan selama 24 jam, maka energi listrik yang dipakai adalah 0,040 kW × 24 jam = 0,960 kWh. Jadi, harga yang harus dibayar adalah 0,960 kWh × Rp 100,00/kWh = Rp 96,00

**Contoh soal 11.2:**

1. Pada sebuah lampu pijar bertuliskan 220 V/ 100 W. Jika lampu dipasang pada beda tegangan 220 volt selama sepuluh sekon. Tentukan energi listrik yang digunakan oleh lampu!

   ***Penyelesaian:***

   Diketahui : $V$ = 220 V sesuai dengan yang tertulis pada lampu
   $P$ = 100 W
   $t$ = 10 sekon

Ditanya : $W$ = . . . . ?
***Jawab*** : $W = P\,t$
$= 100\ \text{W} \times 10\ \text{s}$
$= 1000$ joule

2. Pada lampu pijar tertulis label 220 V/100 W. Seandainya lampu dihubungkan dengan beda potensial 110 volt. Hitung daya lampu!

***Penyelesaian:***
Diketahui : $V$ = 220 V (yang tertulis pada lampu)
$V'$ = 110 V (yang dihubungkan dengan lampu)
$P$ = 100 W (yang tertulis pada lampu)
Ditanya : $P'$ = (daya lampu setelah dihubungkan dengan beda tegangan $V'$ )

***Jawab*** :

$$\left.\begin{aligned} P' &= \frac{(V')^2}{R} \\ R &= \frac{(V)^2}{P} \end{aligned}\right\} P' = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 \times P$$

$$P' = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \times 100\,\Omega$$

$$P' = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 100\,\Omega$$

$= 25\ \Omega$

## Alat-alat Pemanas yang Menggunakan Energi Listrik

Listrik dapat menimbulkan panas atau kalor. Misalnya bola lampu listrik setelah beberapa lama menyala maka akan terasa panas. Setrika listrik, kompor listrik, *solder* listrik dan *magic jar*, semuanya akan menjadi terasa panas karena adanya aliran listrik. Berapa besar kalor yang dihasilkan oleh arus listrik dan faktor apa yang menimbulkannya?

Untuk menjawab pertanyaan ini, marilah kita pelajari kesetaraan energi listrik dengan kalor. Sebuah konduktor memiliki hambatan $R$ ($\Omega$) dan dialiri arus listrik $I$ (A) selama $t$ (sekon) akan menimbulkan energi listrik $W$ (joule). Apabila energi listrik dalam konduktor itu seluruhnya diubah menjadi energi kalor, $Q$, maka energi kalor yang ditimbulkan oleh penghantar tersebut sejumlah,

$$W = I^2 R t$$
$$Q = 0{,}24 I^2 R t \text{ joule}$$

Dengan angka 0,24 pada persamaan di atas adalah angka kesetaraan dari joule ke kalori.

Di kelas VIII, kalian sudah mempelajari tentang energi kalor yang pada umumnya jika benda diberi energi kalor akan mengalami kenaikan suhu pada benda tersebut. Misalkan air yang dipanaskan akan meningkat suhunya dan dapat berubah menjadi uap.

Energi kalor yang diperlukan untuk kenaikan suhu tertentu dirumuskan sebagai berikut;

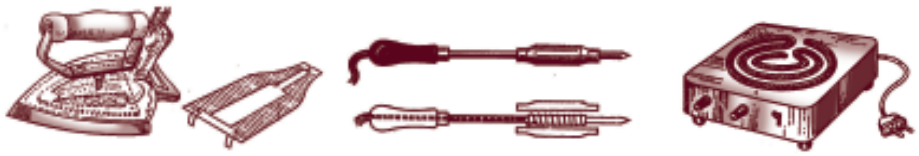
$$Q = m\, c\, (T_2 - T_1)$$

Dengan $m$ adalah massa benda yang dinyatakan dalam kg, $c$ adalah kalor jenis yang dinyatakan dalam J/kg$^o$ C, $T_2$ adalah suhu akhir dan $T_1$ adalah suhu awal yang dinyatakan dalam $^o$C.

Menurut hukum Joule, kawat yang memiliki hambatan besar akan menghasilkan energi panas dalam jumlah yang besar pula. Jenis logam-logam tertentu jika dialiri listrik dapat menghasilkan energi kalor yang besar, misalnya nikel, krom, dan nikrom serta campuran antara nikel dan krom. Logam-logam ini apabila dialiri arus listrik suhunya cepat meningkat hingga tampak membara, oleh karena itu jenis logam-logam ini banyak dipakai sebagai elemen pemanas pada setrika listrik, kompor listrik, dan *solder*. Ingat, pada umumnya konduktor yang baik merupakan penghantar panas yang baik pula.

Pada las listrik dan sekering juga menggunakan prinsip perubahan energi listrik menjadi energi kalor. Dalam proses las listrik, konduktor melebur dan menyatu dengan bahan lain. Sedangkan pada pengaman atau sekering terdapat kawat yang mampu membawa sejumlah besar arus listrik. Jika arus melebihi batas sekering, maka kawat tersebut akan melebur dan menyebabkan rangkaian putus.

Contoh alat-alat pemanas listrik dan elemennya ditunjukkan oleh Gambar 11.1 berikut ini.



**Gambar 11.1** *Alat-alat pemanas listrik*

**Contoh soal 11.3:**

1. Sebuah alat pemanas berhambatan 160 ohm dan padanya mengalir arus listrik 2 ampere. Jika alat digunakan selama 15 menit. Hitung kalor yang dihasilkan plat pemanas!

***Penyelesaian:***

Diketahui : $R$ = 160 ohm
$I$ = 2 A
$t$ = 15 menit
= 15 × 60 sekon
= 900 sekon

Ditanya : $Q$ = . . . . kalor?

***Jawab :*** $Q$ = $W$ = 0,24 $I^2$ $R$ $t$
= (0,24 × 4 × 160 × 900)
= 138240 kalori
= 1,38 × $10^5$ kalori

## Rangkuman

1. Energi listrik yang diperlukan untuk mengalirkan muatan listrik pada suatu rangkaian:

   $W = Q\,V$

   $= V\,I\,t$

   $= I\,t$

   $= \frac{V^2}{R}t$

2. Daya listrik = usaha yang dilakukan tiap satuan waktu

   $P = \frac{W}{t} = V\,I$

3. KWh meter: alat ukur untuk menentukan besarnya energi listrik yang digunakan.
4. 1 kWh = 3,6 × 106 joule
5. Daya pada alat listrik setelah dihubungkan dengan beda potensial:

$$P' = \left(\frac{V'}{V}\right)P$$

## Refleksi

Sekarang ini pemerintah sedang giat-giatnya mensosialisasikan gerakan hemat energi. Memang pada saat ini negara kita sedang mengalami krisis energi. Dalam hubungannya dengan penggunaan energi, coba sebutkan alat-alat listrik seperti apakah yang cenderung banyak menggunakan energi listrik! Jelaskan!

Jika kalian sudah memahami materi bab ini, tentu mudah untuk menjawab pertanyaan di atas, bukan? Nah, silakan melanjutkan pembelajaran ke bab berikutnya.

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan cara memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Di antara energi di bawah ini, yang paling mudah diubah menjadi energi bentuk lain adalah . . . .
   a. energi cahaya
   b. energi kalor
   c. energi bunyi
   d. energi listrik

2. Besar energi listrik yang timbul selain sebanding dengan tegangan dan kuat arus juga sebanding dengan . . . .
   a. potensial listrik
   b. waktu
   c. muatan listrik
   d. kapasitas listrik

3. Beda potensial sebuah penghantar $V$, kuat arus listrik $I$, mengalir selama $t$ detik di dalam penghantar tersebut. Maka besar energi yang dihasilkan sebesar . . . .
   a. $W = \frac{V^2}{R} I$
   b. $W = \frac{V t}{I}$
   c. $W = V I t$
   d. $W = \frac{V I}{t}$

4. Apabila $V$ adalah beda potensial sebuah penghantar, $I$ adalah kuat arus listrik, $R$ adalah hambatan penghantar, $P$ adalah daya penghantar, dan $t$ adalah waktu atau lamanya arus mengalir, maka energi listrik yang timbul tidak dinyatakan dalam . . . .
   a. $W = V\ I\ t$
   b. $W = I^2 R\ t$
   c. $W = \frac{V^2}{R}\ t$
   d. $W = P/t$

5. Berikut ini yang **bukan** merupakan satuan energi adalah . . . .
   a. joule
   b. kWh
   c. watt jam
   d. volt ampere

6. Satuan yang **tidak** setara dengan joule adalah . . . .
   a. watt sekon
   b. kWh
   c. volt ampere sekon
   d. $\frac{(\text{volt})^2 \text{ sekon}}{\text{ohm}}$

7. 1 kWh setara dengan . . . .
   a. 3,6 joule
   b. $3,6 \times 10^4$ joule
   c. $3,6 \times 10^6$ joule
   d. $3,6 \times 10^8$ joule

8. Alat-alat berikut ini yang **tidak** mengubah energi listrik menjadi kalor adalah . . . .
   a setrika listrik
   b. *magic jar*
   c. kipas angin
   d. *solder* listrik

9. 1 joule setara dengan . . . .
   a. 0,24 kalori
   b. 4,2 kalori
   c. 24 kalori
   d. 42 kalori

10. Kalor jenis air adalah 1 kal/g °C. Jika 1 kalori setara dengan 4,2 Joule, maka kalor jenis air tersebut setara dengan . . . joule/kg °C
    a. 0,24
    b. 4,2
    c. 4200
    d. 8400

11. Di dalam sebuah konduktor, besar energi kalor yang timbul sebanding dengan kuadrat kuat arus. Jika kuat arus listrik diperbesar menjadi 2 kali, maka besar energi kalor menjadi . . . energi kalor mula-mula.
    a. 2 kali
    b. 4 kali
    c. 8 kali
    d. 16 kali

12. Sebuah pesawat radio menggunakan dua buah baterai yang disusun secara seri. Apabila GGL masing-masing baterai 1,5 volt dan hambatan baterai diabaikan serta arus listrik yang mengalir 0,04 ampere, maka besar energi selama 15 menit adalah . . . .
    a. 0,9 joule
    b. 1,8 joule
    c. 10,8 joule
    d. 108 joule

13. Banyaknya energi yang digunakan dalam waktu satu detik disebut . . . .
    a. tenaga
    b. usaha
    c. kerja
    d. daya

14. Sebuah lampu pijar bertuliskan 25 watt, maka dalam waktu satu detik lampu tersebut menggunakan energi sebesar . . . .
    a. 25 erg
    b. 25 watt
    c. 25 kalori
    d. 25 joule

15. Berikut ini yang menunjukkan hubungan antara daya listrik dengan energi listrik adalah . . . .

a. $P = \frac{W}{t}$

b. $P = W\ t$

c. $W = \frac{P}{t}$

d. $W = \frac{t}{P}$

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!

1. Sebuah lampu pijar bertuliskan 200 V/25 W. Berapa besar hambatan lampu jika lampu dipasang pada tegangan sumber sebesar:
   a. 200 volt
   b. 100 volt
   c. Samakah besar hambatan pada jawaban (a) dan (b)?
2. Pada sebuah lampu bertuliskan 200 V/40 W. Berapa besar daya lampu jika lampu tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan:
   a. 200 volt
   b. 100 volt
   c. samakah besar daya keduanya?
3. Sebuah alat pemanas tertulis 220 V/100 W. Alat pemanas tersebut digunakan selama 10 sekon. Berapa besar energinya, bila alat pemanas dihubungkan dengan sumber tegangan:
   a. 220 V
   b. 110 V
4. Sebuah alat listrik bertuliskan 220 V/40 W. Berapa besar energinya bila alat digunakan selama 2 jam pada beda potensial 220 V,
   a. dalam satuan kWh,
   b. dalam satuan joule?
5. Sebuah rumah tangga menggunakan 4 buah lampu masing-masing 40 watt. Sebuah TV 80 watt dan sebuah setrika 300 watt. Apabila rata-rata tiap hari alat-alat listrik tersebut dipakai 6 jam.
   Hitunglah:
   a. Energi yang dipakai dalam sehari (kWh)!
   b. Energi yang dipakai dalam satu bulan (30 hari) dinyatakan dalam satuan kWh!
   c. Apabila tarif listrik Rp 100,00 tiap kWh, berapa biaya dalam 1 bulan?

**Proyek**

**Tujuan**

Menyelidiki perubahan energi listrik.

**Alat dan Bahan**

1. Sebuah lampu pijar
2. Dua buah baterai
3. Sebuah lilin
4. Kabel

**Cara Kerja**

1. Hubungkan lampu dengan kabel.
2. Amati lampu, menyala atau tidak lampu tersebut?
3. Hubungkan lampu dengan baterai.
4. Bagaimana keadaan lampu, menyala atau tidak?
5. Lepaskan lampu itu dari kabel dan lepas pula baterainya.
6. Hubungkan kembali kabel dan baterai.
7. Ujung-ujung kabel yang tadi dihubungkan dengan lampu hubungkan dengan lilin. Tunggu beberapa saat.
8. Amati lilin, apa yang terjadi pada lilin.
9. Apa kesimpulan kalian, setelah melakukan kegiatan ini?

# Latihan Semester Gasal

## A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan cara memberi tanda silang pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Di bawah ini adalah komposisi yang menyusun urine pada manusia, ***kecuali*** . . . .
   a. urea dan garam
   b. protein
   c. zat warna empedu
   d. amoniak
2. Fungsi kulit adalah seperti tersebut di bawah ini, ***kecuali*** . . . .
   a. tempat pembuatan vitamin A
   b. tempat penyimpanan kelebihan makanan
   c. sebagai pengatur suhu tubuh
   d. sebagai pelindung tubuh
3. Peristiwa ovulasi adalah . . . .
   a. terjadinya peleburan sel sperma dan sel telur
   b. lepasnya sel telur dari ovarium
   c. masa perkembangan embrio dalam rahim
   d. terbentuknya sel telur di ovarium
4. Berikut ini merupakan alat perkembangbiakan jantan, ***kecuali*** . . . .
   a. vas deferens
   b. saluran fallopi
   c. penis
   d. edidimis
5. Bagian saraf tempat pertemuan antara dendrit dan neurit disebut . . . .
   a. sinapsis
   b. akson
   c. badan sel
   d. neuron
6. Perhatikan data di bawah ini:
   1. rangsang
   2. saraf sensorik
   3. saraf motorik
   4. otak
   5. neuron perantara
   6. gerakan

Urutan jalannya rangsang pada gerak refleks adalah . . . .
a. 1 - 3 - 5 - 2 - 6
b. 1 - 3 - 4 - 2 - 6
c. 1 - 2 - 5 - 3 - 6
d. 1 - 2 - 4 - 3 - 6

7. Faktor utama yang memengaruhi adaptasi di darat adalah . . . .
a. kelebihan air
b. kekurangan air
c. tekanan udara
d. suhu udara

8. Penyesuaian fungsi alat tubuh disebut adaptasi . . . .
a. morfologi
b. tingkah laku
c. fisiologi
d. seleksi alam

9. Jika kacang bulat (Bb) intermediet disilangkan dengan kacang bulat (BB) dominan, maka yang dihasilkan . . . .
a. 75% bulat, 25% kisut
b. 25% bulat, 50% bulat intermediet, 25% kisut
c. 50% bulat, 50% kisut
d. 50% bulat, 50% bulat intermediet

10. Cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya disebut . . . .
a. tanam paksa
b. hidroponik
c. tumpang sari
d. pertanian

11. Pernyataan-pernyataan di bawah ini benar, ***kecuali*** . . . .
a. induksi listrik yaitu pemisahan muatan listrik di dalam suatu penghantar
b. elektroskop adalah alat untuk mengetahui muatan listrik
c. proton dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain
d. potensial listrik adalah energi potensial listrik persatuan muatan

12. Batang ebonit yang netral dapat diubah menjadi bermuatan negatif jika . . . .
a. dipanaskan
b. didinginkan
c. digosok dengan amplas
d. digosok dengan kain wol

13. Jika suatu penghantar didekati benda bermuatan, maka dalam penghantar itu terjadi pemisahan muatan positif dan negatif. Peristiwa ini disebut . . . .
    a. semikonduktor
    b. imbas
    c. medan listrik
    d. potensial listrik
14. Penyebab terjadinya arus listrik adalah . . . .
    a. beda temperatur pada ujung-ujung penghantar
    b. beda potensial pada kedua ujungnya
    c. muatan listrik pada ujung-ujungnya
    d. aliran energi
15. Sebuah elemen dengan ggl 3 volt memiliki hambatan dalamnya 0,1 ohm diperlukan untuk menyatakan lampu kecil dengan hambatan 1,4 ohm. Besarnya tegangan jepit adalah . . . .
    a. 0,028 V
    b. 0,28 V
    c. 2,8 V
    d. 28 V
16. Hambatan suatu kawat penghantar akan berkurang besarnya jika . . . .
    a. lebih panjang
    b. lebih besar penampangnya
    c. lebih panas
    d. terbuat dari tembaga
17. Besarnya energi listrik tergantung dari:
    (1) kuat arus lsitrik
    (2) hambatan listrik
    (3) waktu
    Pernyataan yang benar adalah . . . .
    a. 1
    b. 1 dan 3
    c. 1 dan 2
    d. 1, 2, dan 3
18. Energi yang timbul pada alat listrik 2 ohm dan dialiri 0,5 ampere selama 1 menit adalah . . . .
    a. 0,6 joule
    b. 6 joule
    c. 60 joule
    d. 600 joule

19. Filamen sebuah lampu pijar listrik yang putus setelah disambung, nyalanya lebih terang. Hal ini disebabkan . . . .
    a. kuat arusnya berkurang
    b. tegangannya bertambah
    c. kuat arusnya bertambah
    d. hambatannya bertambah
20. Sebuah alat listrik menimbulkan energi 10.000 joule. Jika arusnya 10 ampere selama 10 detik, maka besar hambatannya . . . .
    a. 10 ohm
    b. 20 ohm
    c. 100 ohm
    d. 200 ohm

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan 3 fungsi, sistem saraf sebagai sistem koordinasi!
2. Persilangan AaBb dengan AaBb menghasilkan keturunan F2
    a. Berapakah yang bergenotif AABB?
    b. Berapakah yang bergenotif aabb?
    c. Berapakah yang bergenotif AaBb?
3. Apakah yang dimaksud bioteknologi?
4. Jika ingin membuat sebuah elemen pemanas 500 watt dengan sebuah kawat yang nilai hambatannya 5 ohm tiap meter, sedangkan tegangan sumber 250 volt. Berapa meter kawat yang diperlukan?
5. Kawat tembaga yang hambat jenisnya 0,017 ohm $mm^2$ panjangnya 2 meter. Jika luas penampangnya 434 $mm^2$, berapakah besar hambatannya?

# Bab 12

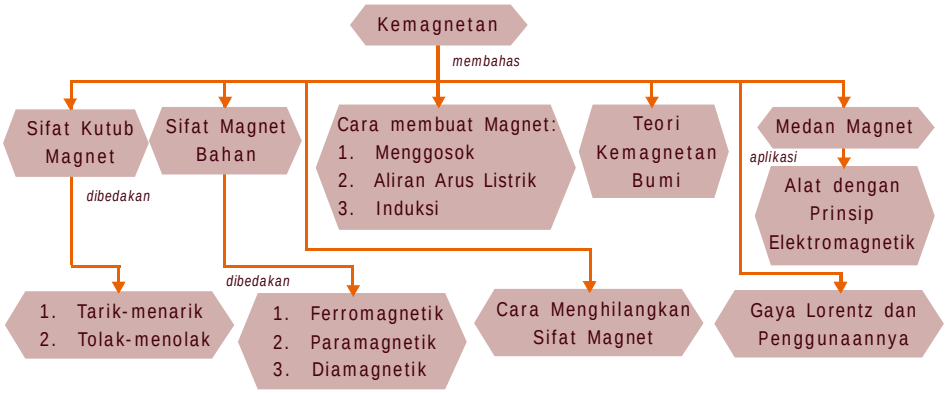
# Kemagnetan

Pada suatu hari Ani mendekati ibunya yang sedang menjahit. Ia memperhatikan gerakan jarum di atas kain. Tanpa sengaja Ani mengambil gunting yang ada di depannya. Kemudian ia menempelkan ujung gunting pada kancing baju yang terbuat dari plastik.

Ani tidak melihat kejadian yang mengherankan baginya. Ani terheran-heran pada saat ujung gunting ia tempelkan pada jarum.Ternyata jarum menempel pada ujung gunting yang sedang ia pegang. Sambil meloncat-loncat kegirangan Ani bertanya kepada ibunya. Bu, kenapa jarum bisa menempel pada ujung gunting? Sambil melontarkan senyum Ibu Ani menoleh ke arah Ani, dan berusaha untuk menjawab bahwa gunting dan jarum terbuat dari bahan besi. Diskusi Ani dan ibunya hanya bermuara pada bahan yang digunakan untuk gunting dan jarum. Tentu tidak semua besi bisa menarik benda lain, untuk mengetahui penyebabnya, marilah kita ikuti penjelasan dalam materi pokok berikut.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Magnet
- Paramagnetik
- Induksi
- Gaya Lorentz
- Ferromagnetik
- Diamagnetik
- Medan Magnet

## A. Sifat Kutub Magnet

### Kegiatan 12.1

**A. Tujuan**

Mengetahui sifat kemagnetan suatu benda.

**B. Alat dan Bahan**

1. Paku besi, paku baja, kawat aluminium, kawat tembaga, timah (zeng), gabus, kertas, kaca, kayu, dan batu.
2. Magnet batang.

**C. Cara Kerja**

1. Peganglah ujung magnet batang dan ujung lainnya dekatkan pada paku besi.
2. Apa yang dialami oleh paku besi? Jelaskan.
3. Ulangi kegiatan yang sama untuk paku baja. Apa yang terjadi pada paku baja? Mengapa demikian?
4. Ulangi kegiatan yang sama untuk masing-masing benda yang telah tersedia di atas, antara lain: kawat aluminium, kawat tembaga, timah, gabus, kertas, kaca, kayu, dan batu.
5. Amatilah apa yang dialami oleh masing-masing benda ketika ujung magnet batang didekatkan.
6. Catat dalam tabel pengamatan yang kalian peroleh.
7. Mengapa benda-benda tersebut ada yang menempel dan ada yang tidak menempel ketika ujung magnet didekatkan?

**Tabel 12.1 Data Pengamatan**

| Nama Benda yang Didekatkan Magnet | Yang Dialami oleh Benda |
|---|---|
| Paku besi | ..... |
| Paku baja | ..... |
| Aluminium | ..... |
| Tembaga | ..... |
| Timah | ..... |

8. Coba kelompokkan kedua jenis benda didasarkan pada bisa tidaknya benda menempel pada magnet. Amati jenis kedua kelompok itu didasarkan pada jenis logam dan bukan logam.
9. Apakah semua benda jenis logam bisa ditarik oleh magnet?
10. Apakah semua jenis benda bukan logam dapat ditarik oleh magnet?
11. Apa komentar kalian tentang kedua jenis benda tersebut?

**D. Hasil Pengamatan**

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab jenis benda mana yang mudah ditarik oleh magnet dan berilah alasan!

## Kegiatan 12.2

**A. Tujuan**

Menentukan jenis benda yang mempunyai sifat kemagnetan.

**B. Alat dan Bahan**

1. Rakitan statif
2. Sebuah magnet batang
3. Mur, pelat seng, pelat besi atau baja, pelat tembaga dan pelat timbal, kertas, plastik, aluminium foil, dan kayu

**C. Cara Kerja**

1. Jepitlah magnet batang pada statif dalam posisi horizontal.
2. Dekatkan mur pada permukaan magnet yang menghadap ke bawah. Maka mur akan menempel pada magnet.

**D. Hasil Pengamatan**

Dari hasil pengamatan, ternyata apabila masing-masing benda diselipkan di antara mur dan magnet, ada dua kemungkinan kejadian yaitu mur tetap menempel atau mur jatuh. Apa kesimpulan kalian dari kejadian ini?

## Kegiatan 12.3

**A. Tujuan**

Mengetahui kekuatan magnet batang.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sehelai kertas
2. Paku-paku kecil atau serbuk besi
3. Sebuah magnet batang

**C. Cara Kerja**

1. Tempatkan paku-paku kecil atau serbuk besi pada kertas dan letakkan di atas meja.
2. Gulunglah sebuah magnet batang tersebut pada paku-paku kecil atau serbuk kecil.
3. Angkat magnet batang tadi, dan amati bagian mana yang banyak ditempeli oleh paku-paku kecil atau serbuk besi?
4. Apakah pada semua bagian magnet memiliki kekuatan yang sama untuk menarik benda-benda kecil di sekitarnya?

**D. Hasil Pengamatan**

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab! Apa komentar kalian mengenai kekuatan magnet batang dan apa arti itu semua?

## Info MEDIA

Jika sebuah magnet digantung di tengahnya, magnet tersebut mencoba untuk menunjuk ke arah utara dan selatan. Hal ini karena kutub-kutubnya ditarik oleh kutub-kutub megnetis bumi. Dalam sebuah magnet, "kutub utara" sebenarnya berarti "kutub pencari arah utara". Inilah ujung yang mencoba menunjuk ke utara.

## Kegiatan 12.4

**A. Tujuan**

Mengetahui sifat antarkutub magnet.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah balok atau batang kayu
2. Dua buah magnet batang
3. Sebuah baskom atau sejenisnya yang sudah diisi air secukupnya

**C. Cara Kerja**

1. Ambil baskom yang sudah berisi air tadi.
2. Masukkan batang kayu ke dalam baskom.
3. Letakkan pelan-pelan sebuah magnet di atas kayu dan lepaskan.
4. Mengarah ke manakah magnet itu?
5. Putarlah magnet itu sedikit dan lepaskan.
   Mengarah ke manakah magnet itu?
6. Salah satu kutub magnet itu selalu berusaha menghadap utara maka kutub magnet tersebut disebut kutub apa?
7. Kutub magnet yang satu lagi selalu berusaha menghadap selatan maka kutub magnet disebut kutub apa?
8. Menurut pendapat kalian sebuah magnet memiliki berapa kutub? Sebutkan kutub-kutub magnet tersebut.
9. Berilah tanda masing-masing untuk kutub utara dan kutub selatan magnet batang yang terapung di dalam air.
10. Ambillah sebuah magnet batang yang lain.
11. Dekatkan kutub selatan magnet ini pada kutub utara magnet yang terapung.
12. Amatilah, apa yang kalian lihat pada magnet yang terapung di air?
13. Dekatkan kutub selatan magnet yang kalian pegang dengan kutub selatan magnet yang terapung.
14. Amatilah, apa yang terjadi pada magnet yang terapung di air?
15. Apa komentar kalian saat kedua ujung magnet yang berbeda kalian dekatkan dan begitu sebaliknya ujung magnet yang sama jenis.

**D. Hasil Pengamatan**

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab pertanyaan, mengapa kedua ujung yang berbeda akan tarik-menarik dan sebaliknya akan tolak-menolak!

## Info **MEDIA**

*Penelitian tentang kemagnetan pertama kali dilakukan oleh Pierre de Maricourt pada 1269. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa magnet memiliki dua kutub yang searah dengan kutub utara dan selatan bumi. Pada 1600, William Gilbert menyimpulkan bumi merupakan magnet raksasa.*

Di dalam kehidupan sehari-hari kata "magnet" sudah sering kita dengar. Namun sering juga berpikir bahwa jika mendengar kata magnet selalu berkonotasi menarik benda. Kita bisa mengambil suatu barang hanya dengan sebuah magnet, misalkan pada peralatan perbengkelan biasanya dilengkapi dengan sifat magnet sehingga memudahkan untuk mengambil benda yang jatuh di tempat yang sulit dijangkau oleh tangan secara langsung. Bahkan banyak peralatan yang sering kita gunakan, antara lain bel listrik, telepon, dinamo, alat-alat ukur listrik, kompas yang semuanya menggunakan magnet.

Asal kata magnet diduga dari kata magnesia yaitu nama suatu daerah di Asia kecil. Menurut cerita di daerah itu + 4.000 tahun yang lalu telah ditemukan sejenis batu yang memiliki sifat dapat menarik besi atau baja atau campuran logam lainnya. Benda yang dapat menarik besi atau baja inilah yang disebut magnet.



## B. Sifat Magnet Bahan

Berdasarkan kegiatan 12.1 - 12.4, sifat kemagnetan suatu benda digolongkan menjadi dua golongan yaitu: benda magnetik dan benda nonmagnetik.

Benda magnetik yaitu benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet sedangkan benda nonmagnetik yaitu benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet.

Di dalam percobaan yang lebih teliti diperoleh penggolongan benda yang terdiri atas ferromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik. Ferromagnetik adalah benda yang ditarik kuat oleh magnet dan paramagnetik adalah benda yang ditarik lemah oleh magnet sedangkan diamagnetik adalah benda yang

ditolak oleh magnet, contoh benda ferromagnetik antara lain besi, baja, nikel, kobalt dan berbagai logam campuran yang lain. Sedangkan contoh benda diamagnetis adalah bismut dan timah, aluminium, serta stainless.

Telah kalian ketahui bahwa magnet adalah benda yang dapat menarik suatu benda tertentu misalnya besi atau baja yang ada di dekatnya. Setiap magnet terdiri atas dua bagian yang mempunyai daya tariknya terbesar. Pada magnet batang, daya tarik terbesar terdapat pada ujung-ujung magnet tersebut. Bagian magnet yang daya tariknya terbesar disebut kutub magnet. Oleh karena itu setiap magnet mempunyai dua buah kutub yaitu kutub utara, U, dan kutub selatan, S.

Apabila kutub utara dengan kutub selatan didekatkan akan tarik-menarik, (U-S), sedangkan kutub utara apabila didekatkan dengan kutub utara akan tolak-menolak, (U-U).

Kutub selatan apabila didekatkan dengan kutub selatan akan terjadi tolak-menolak, (S-S). Atau dengan kata lain kutub senama tolak-menolak, tidak senama tarik-menarik.



## C. Cara Membuat Magnet



### Kegiatan 12.5

**A. Tujuan**

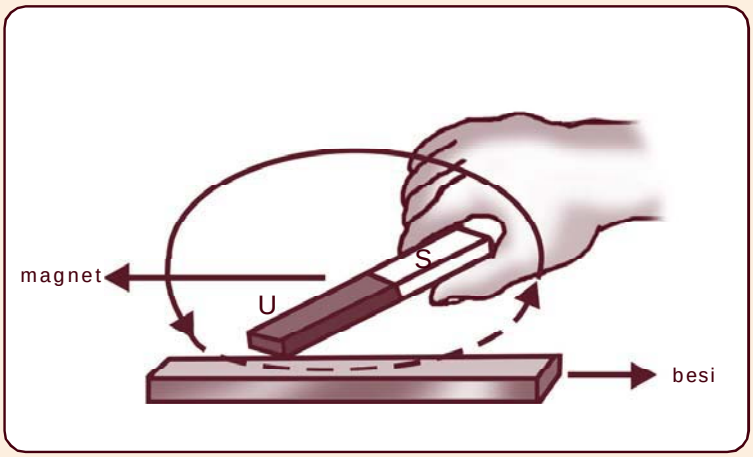
Mengetahui suatu gejala kemagnetan dari magnet buatan.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah magnet tetap yang cukup kuat
2. Batang besi atau baja
3. Benda-benda kecil, misal: paku dan jarum

## C. Cara Kerja

1. Ambil magnet dan gosokkan salah satu ujungnya ke batang besi sepanjang batang dalam satu arah secara berulang-ulang seperti ditunjukkan oleh gambar.




2. Dekatkan batang besi yang telah digosok dengan paku-paku kecil. Amati, apa yang terjadi pada paku-paku tersebut.
3. Apakah paku tersebut ditarik oleh batang besi? Jelaskan.
4. Gantilah paku besi dengan jarum.
5. Amati apa yang terjadi pada jarum? Jelaskan.

## D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan disertai alasan untuk menjawab mengapa besi setelah digosok mempunyai sifat kemagnetan!

## Kegiatan 12.6

**A. Tujuan**

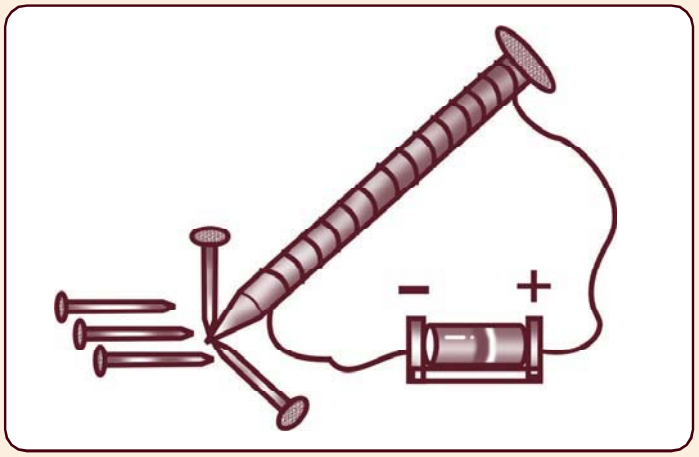
Membuat jenis magnet buatan dengan paku yang dililiti kumparan dan dialiri arus listrik.

**B. Alat dan Bahan**

1. 1 paku besar atau besi beton
2. Beberapa paku kecil
3. Kawat transformator atau kawat berisolasi
4. 1 baterai

**C. Cara Kerja**

1. Ambil paku besar dan dekatkan pada paku-paku kecil.
2. Bagaimana interaksi paku kecil?
3. Apakah paku-paku kecil tersebut ditarik oleh paku besar?
4. Mengapa demikian?
5. Lilitkan kawat transformator pada paku besar searah dari pangkal sampai ujung.
6. Hubungkan kedua ujung kawat dengan kutub-kutub sebuah baterai dan dekatkan pada paku-paku kecil, seperti gambar di bawah ini.




7. Amati apa yang terjadi pada paku-paku kecil.
8. Apakah paku-paku kecil ditarik oleh paku besar? Mengapa demikian?

9. Lepaskan baterai, amati apa yang terjadi pada paku-paku kecil.
10. Apakah paku-paku kecil tetap menempel atau berjatuhan? Mengapa demikian?

**D. Hasil Pengamatan**

Bagaimanakah kesimpulan kalian, setelah melakukan Kegiatan 12.6?

## Kegiatan 12.7

**A. Tujuan**

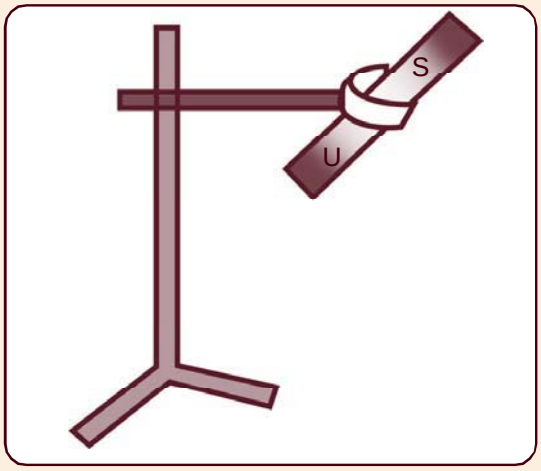
Membuat magnet buatan dengan cara menggosok.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah magnet batang yang cukup kuat
2. Sebuah statif
3. Paku besi atau paku baja yang besar
4. Paku-paku kecil

**C. Cara Kerja**

1. Tariklah magnet pada statif seperti pada gambar.



2. Ambil paku besar dan dekatkan pada magnet.
3. Apa yang terjadi pada paku besar?
4. Apakah paku besar menempel pada magnet? Mengapa demikian?
5. Jika paku besar menempel pada magnet, kemudian dekatkan paku-paku kecil pada paku besar.
6. Apakah paku-paku kecil menempel pada paku besar? Mengapa?

**D. Hasil Pengamatan**

Bagaimanakah kesimpulan kalian setelah melakukan Kegiatan 12.7?

## 1. Cara Membuat Magnet

Magnet ada dua jenis yaitu magnet alam dan magnet buatan. Ada berbagai cara untuk membuat magnet, antara lain:

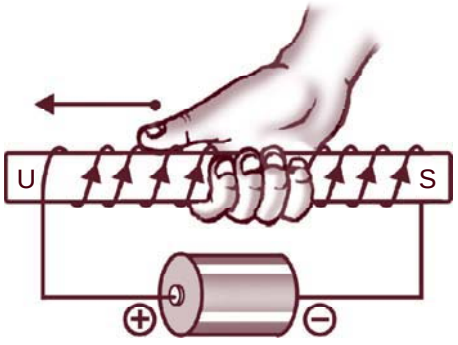
a. dengan cara menggosokkan magnet tetap,
b. dengan aliran arus listrik,
c. dengan induksi (influensi atau imbas).

### *a. Dengan cara menggosokkan magnet tetap*

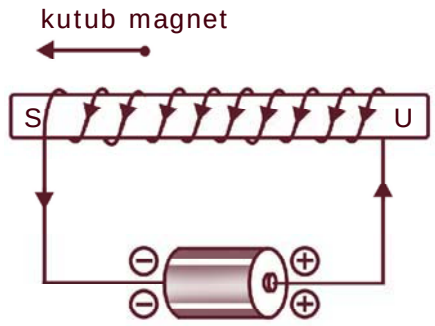
Benda-benda kecil, misalnya jarum atau paku apabila kita dekatkan dengan sebatang besi atau sebatang baja ternyata benda-benda kecil tersebut tidak dapat ditarik oleh batang besi atau baja. Hal ini menunjukkan bahwa besi atau baja tidak bersifat sebagai magnet. Besi atau baja dapat dibuat magnet antara lain dengan cara menggosokkan salah satu ujung magnet tetap di sepanjang batang besi, atau baja ke satu arah secara berulang-ulang. Secara fisika bahwa benda-benda yang bisa dibuat magnet adalah benda atau material yang sudah mempunyai sifat kemagnetan yang terdiri dari domain-domain atau magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer.

Saat terjadi penggosokan dengan arah yang teratur mengakibatkan adanya pengaruh medan magnet dari magnet permanen yang dapat digunakan untuk menyearahkan posisi domain. Dengan posisi yang searah tentu mengakibatkan adanya gaya yang ditimbulkan oleh domain tersebut sehingga menjadikan benda bermagnet.

### b. Dengan aliran arus listrik




**Gambar 12.1** *Arah kutub-kutub magnet*




**Gambar 12.2** *Arah kutub-kutub magnet setelah arus listrik dibalik*

Pada Kegiatan 12.6 ditunjukkan bahwa paku besar yang dililiti oleh sebuah kumparan setelah dihubungkan dengan baterai kemudian dekatkan dengan paku-paku kecil, ternyata paku kecil akan menempel pada paku besar tersebut. Apabila baterai atau sumber arus listrik searah (DC) diganti dengan sumber arus listrik bolak-balik (AC) bertegangan rendah maka paku besar tetap bersifat sebagai magnet. Jika arus listrik diputus maka paku-paku kecil yang menempel pada paku besar dalam hitungan detik akan berjatuhan atau lepas. Berarti paku besar sudah hilang kemagnetannya. Jadi, sifat kemagnetan paku besar hanya terjadi selama ada aliran listrik. Dikatakan bahwa paku besi menjadi magnet sementara. Seandainya paku besi diganti dengan logam baja, maka setelah arus listrik diputus, logam tetap bersifat sebagai magnet. Karena baja dapat dibuat magnet yang bersifat permanen (tetap).

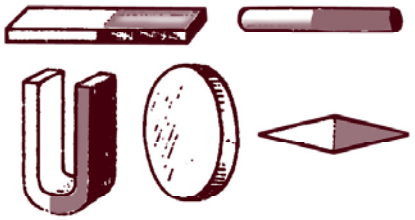
Secara fisika dapat dijelaskan bahwa medan listrik yang ditimbulkan oleh arus listrik akan mempengaruhi posisi domain yang mengakibatkan posisi yang tidak teratur berubah menjadi teratur atau searah. Dengan posisi searah akan mempunyai kekuatan yang bersifat magnet.

Bagaimana cara menentukan kutub utara atau selatan dari magnet buatan ini, kita bisa melakukan dengan cara, misalkan sebatang besi atau baja yang telah dililiti kawat berisolasi/kumparan (kawat transformator) dan dihubungkan dengan baterai telah menjadi magnet. Maka untuk menentukan kutub-kutub magnetnya dapat dilihat pada Gambar 12.1!

Untuk menentukan arah kutub-kutub magnet digunakan aturan tangan kanan menggenggam. Jari-jari yang menggenggam menunjukkan arah arus listrik. Sedangkan ibu jari menunjuk kutub utara.

Jika arah arus listrik dibalik maka arah kutub juga akan sebaliknya, seperti Gambar 12.2.

### c. *Dengan induksi (influensi atau imbas)*



**Gambar 12.3**
*Berbagai bentuk magnet*

Sebuah paku besar didekatkan dengan sebuah magnet yang ditaruh pada statif maka paku akan menempel pada magnet. Paku besar yang telah menempel pada magnet jika didekati paku-paku kecil, ternyata paku-paku kecil menempel pada paku besar. Hal ini disebabkan oleh paku besar yang berada di dalam medan magnet terkena induksi sehingga bersifat sebagai magnet. Secara konsep sama dengan pembuatan magnet cara digosok atau dililiti kumparan yang dialiri listrik. Akibat dari pengaruh medan magnet sehingga paku yang menempel pada magnet permanen memungkinkan posisi domain-domainnya menjadi teratur dan bersifat sebagai benda magnet.

Magnet buatan memiliki beberapa bentuk, di antaranya: berbentuk batang persegi (magnet batang), berbentuk jarum (magnet jarum) berbentuk silinder (magnet silinder) dan berbentuk U dan berbentuk tapak kuda, lihat Gambar 12.3!

## 2. Cara Menghilangkan Sifat Kemagnetan

Sifat kemagnetan suatu benda dapat dihilangkan dengan cara dipukul atau dipanaskan. Dengan dipukul atau dipanaskan maka domain-domain bergerak secara random dan tak teratur, sehingga sifat magnet yang dimiliki jadi hilang.

## D. Teori Kemagnetan Bumi

### Kegiatan 12.8

**A. Tujuan**

Mengetahui arah jarum kompas dikaitkan dengan arah magnet bumi.

**B. Alat dan Bahan**

1. Selembar kertas
2. Sebuah mistar
3. Sebuah pensil
4. Sebuah kompas

**C. Cara Kerja**

1. Letakkan kertas di atas meja.
2. Tunjukkan dengan tanda mana utara dan mana selatan.
3. Hubungkan kedua tanda tersebut menggunakan garis.
4. Letakkan kompas pada garis tersebut.
5. Amati jarum kompas; menunjuk arah manakah jarum kompas tersebut?
6. Penunjukan jarum kompas apakah berhimpit dengan garis yang kalian buat?
7. Jika tidak berhimpit, gambarkan penunjukkan jarum kompas pada garis yang kalian buat tadi.
8. Berilah tanda pada sudut yang dibentuk oleh penunjukan jarum kompas dengan arah utara yang sebenarnya.
9. Berilah pula sudut antara penunjukan jarum kompas dengan arah selatan yang sebenarnya.
10. Ulangi kegiatan ini menggunakan kertas yang lain.

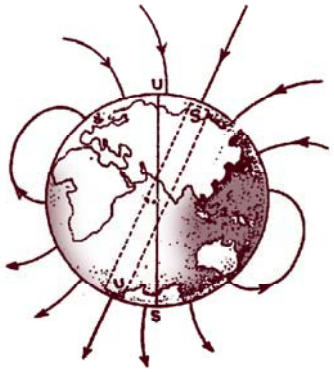
**D. Hasil Pengamatan**

Apakah kesimpulan kalian, setelah melakukan Kegiatan 12.8, jika dikaitkan dengan arah medan magnet bumi?

Sebuah magnet yang bebas bergerak ternyata selalu menempatkan dirinya menurut arah utara – selatan. Hal ini menunjukkan bahwa di permukaan bumi terdapat medan magnet dan gaya yang mempengaruhi kutub-kutub magnet tersebut.

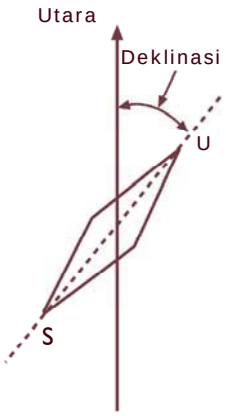
Kutub utara magnet selalu menghadap ke arah utara. Hal ini dapat dijelaskan dengan beranggapan bahwa:

a. Di kutub utara bumi terdapat suatu kutub selatan magnet
b. Di kutub selatan bumi terdapat suatu kutub utara magnet
c. Bumi sebagai sebuah magnet besar dengan kutub selatan terletak di dekat kutub utara dan kutub utara terletak di dekat kutub selatan bumi (lihat Gambar (12.4)!




**Gambar 12.4** *Bumi sebagai magnet*

Magnet di dalam kompas pada umumnya tidak dapat menunjukkan utara–selatan tetapi agak menyimpang. Sebab letak kutub-kutub magnet bumi tidak tepat pada kutub-kutub bumi. Oleh karena itu garis-garis gaya magnet bumi tidak berimpit arahnya dengan arah utara-selatan. Penyimpangan dari arah utara–selatan yang sebenarnya ini disebut deklinasi, lihat Gambar 12.5!




**Gambar 12.5** *Deklinasi*

Besarnya deklinasi ini dinyatakan dengan sudut antara arah utara sebenarnya dengan arah utara yang ditunjukkan oleh magnet.

Sudut yang dibentuk oleh magnet dengan garis mendatar disebut inklinasi. Adanya inklinasi ini disebabkan garis-garis gaya magnet bumi, ternyata tidak sejajar dengan permukaan bumi. Oleh karena itu sebuah magnet jarum yang dapat berputar pada sumbu mendatar biasanya tidak menempatkan diri pada kedudukan mendatar, tetapi miring.

## E. Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

### Medan Magnet di Sekitar Kawat Penghantar Lurus

### Kegiatan 12.9

**A. Tujuan**

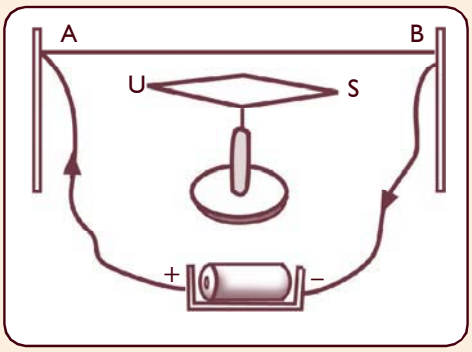
Mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kawat berarus.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah magnet jarum
2. Kawat penghantar
3. Dua buah baterai

**C. Cara Kerja**

1. Ambillah satu baterai, magnet jarum dan kawat penghantar.
2. Rangkailah alat tersebut seperti gambar di bawah ini.




3. Amatilah apa yang terjadi.
4. Bagaimana arah gerak magnet jarum?
5. Jika arah arus kalian balik, bagaimana perbedaan arah magnet jarumnya?
6. Dengan cara yang sama, jauhkan jarak kawat berarus dengan magnet jarum. Apa yang terjadi? Jelaskan!
7. Ambil baterai yang lain, tambahkan pada rangkaian tersebut sehingga menjadi dua baterai.

8. Lakukan dengan cara yang sama seperti di atas, amati apa yang terjadi?
9. Jauhkan sedikit letak magnet jarum dengan kawat berarus. Bagaimana besar simpangannya dibandingkan dengan sebelumnya?

**D. Hasil Pengamatan**

Bagaimana kesimpulan kalian setelah melakukan Kegiatan 12.7 jika dikaitkan besarnya arus yang mengalir pada kawat penghantar terhadap penyimpangan jarum magnet?

## Medan Magnet Sebuah Kumparan

### Kegiatan 12.10

**A. Tujuan**

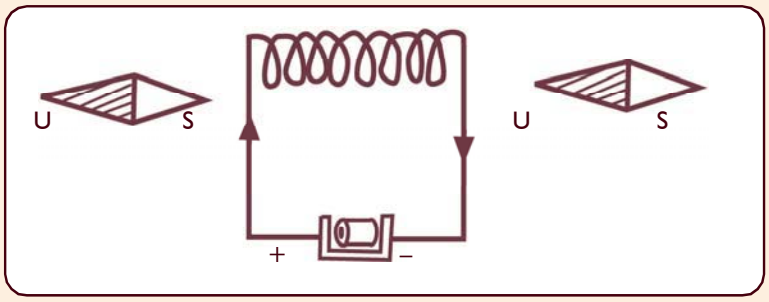
Menunjukkan pengaruh medan magnet terhadap sebuah kumparan.

**B. Alat dan Bahan**

1. Sebuah kumparan
2. Dua buah magnet jarum
3. Baterai

**C. Cara Kerja**

1. Susunlah alat-alat tersebut seperti gambar.




2. Perhatikan dengan cermat kedua magnet jarum.
3. Apakah kutub-kutub magnet ditarik oleh kumparan?
4. Baliklah kutub yang dekat dengan kumparan untuk masing-masing magnet jarum itu.

5. Amatilah kedua magnet jarum.
6. Apakah kutub-kutub magnet ditarik oleh kumparan?

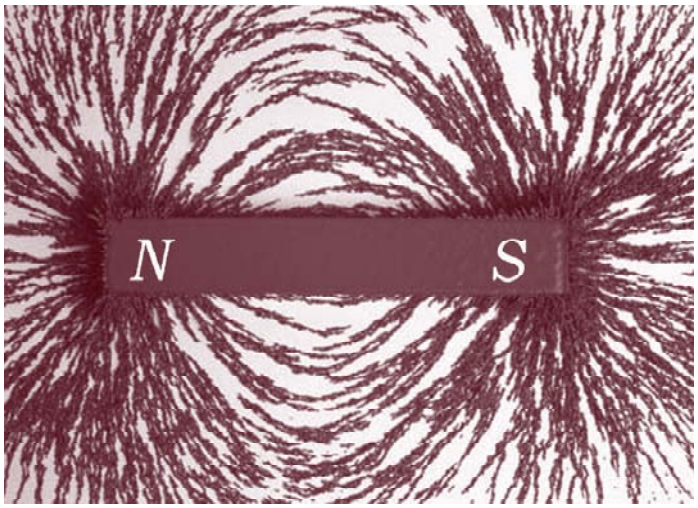
**D. Hasil Pengamatan**

Susunlah kesimpulan kalian dari Kegiatan 12.10 yang mengidentifikasikan hubungan antara medan magnet dan sebuah kumparan!

## Medan Magnet

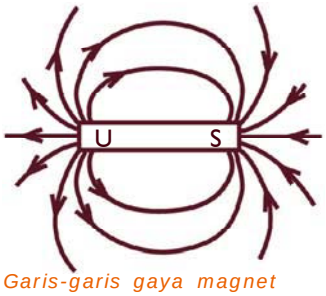
**Medan magnet** adalah suatu daerah di sekitar magnet di mana masih ada pengaruh gaya magnet. Adanya medan magnet ini dapat kita tunjukkan dengan menggunakan serbuk besi dan dapat pula menggunakan kompas.

1. Letakkan sebuah magnet batang.
2. Di atas magnet tersebut, letakkan sehelai kertas putih (misal kertas karton).
3. Taburkan serbuk besi merata di atas kertas itu.
4. Kemudian ketuk-ketuk kertas itu beberapa kali. Perhatikan dengan cermat bagaimana letak serbuk besi. Ternyata serbuk besi akan membentuk pola seperti Gambar 12.6.



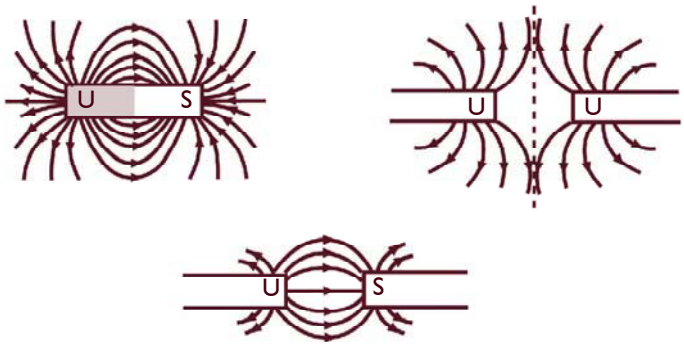

**Gambar 12.6** *Pola serbuk besi di sekitar magnet batang*

Apabila kita perhatikan Gambar 12.6 di atas. Serbuk besi terlihat mengikuti suatu pola yang berbentuk seperti Gambar 12.7.




**Gambar 12.7** *Garis-garis gaya magnet*

Garis-garis yang terletak pada Gambar 12.7 disebut garis-garis gaya magnet. Beberapa contoh garis-garis gaya magnet dapat dilihat pada gambar 12.8!




**Gambar 12.8** *Beberapa contoh garis-garis gaya magnet*

Berdasarkan pengamatan Gambar 12.8, maka dapat diambil kesimpulan tentang garis gaya magnet.

1. Garis gaya magnet adalah arah medan magnet yang berupa garis-garis yang menghubungkan kutub-kutub magnet.
2. Garis gaya magnet memiliki arah meninggalkan kutub utara dan menuju kutub selatan.
3. Garis gaya magnet selalu tidak berpotongan.
4. Tempat di mana garis gayanya rapat maka menunjukkan bahwa medan magnetnya juga kuat begitu pula sebaliknya.

## 1. Medan Magnet di Sekitar Kawat Lurus Berarus Listrik

Seorang ahli Ilmu Pengetahuan Alam yang juga guru besar pada Universitas Kopenhagen yang bernama **Hans Christian Oersted** (1777 – 1851) dalam penyelidikannya telah menemukan bahwa di sekitar arus listrik terdapat medan magnet.

Dari percobaan yang dilakukannya Oersted menyimpulkan bahwa:

a. Di sekitar arus listrik terdapat medan magnet. Ini dapat dideteksi dengan menggunakan serbuk besi yang memerlukan kuat arus yang tinggi, jadi tidak bisa dengan baterai yang kecil.
b. Arah medan magnet (garis-garis gaya magnet) bergantung pada arah arus listrik. Jika arah arus diubah, maka arah medan magnet berubah.
c. Besar medan magnet dipengaruhi oleh kuat arus dan jarak terhadap kawat.

### Info MEDIA

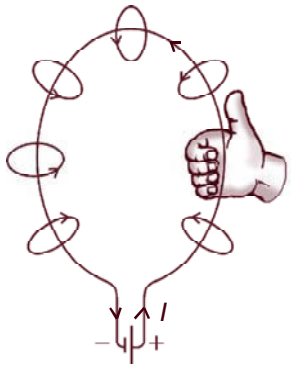
*Dalam kuliahnya di Universitas Kopenhagen pada tahun 1820, Oersted menghubungkan baterai dengan sebuah kawat yang bergerak dekat jarum kompas. Jarum magnetik berputar dan Oersted segera tahu apa arti gerakan ini. Kawat yang membawa arus bertindak sebagai magnet, membuktikan hubungan magnetisme dan listrik.*

Untuk menentukan arah garis-garis gaya magnet di sekitar penghantar lurus yang dialiri arus listrik agar lebih mudah digunakan kaidah tangan kanan, lihat Gambar 12.9! Jika ibu jari menunjukkan arah arus, maka arah garis gaya magnet dinyatakan oleh jari-jari yang menggenggam.

Cara ini dapat digunakan untuk menentukan arah garis-garis gaya di sekitar penghantar yang bentuknya lain seperti terlihat pada Gambar 12.10!




**Gambar 12.9** *Kaidah tangan kanan untuk penghantar lurus berarus listrik*




**Gambar 12.10** *Arah garis gaya magnet pada penghantar melingkar*

## 2. Medan Magnet Sebuah Kumparan

Pengaruh medan magnet yang dihasilkan oleh sebuah penghantar arus terhadap benda yang ada di sekitarnya sangat kecil. Hal ini disebabkan medan magnet yang dihasilkan sangat kecil atau lemah. Agar mendapatkan pengaruh medan yang kuat, penghantar itu harus digulung menjadi sebuah kumparan. Pada kumparan, medan magnet yang ditimbulkan oleh lilitan yang satu diperkuat oleh lilitan yang lain. Apabila kumparan itu panjang disebut **solenoida**.

Apabila di dalam kumparan diberi inti besi lunak maka pengaruh kemagnetannya menjadi jauh lebih besar. Karena kumparan yang dililitkan pada inti besi lunak akan menimbulkan sebuah magnet yang kuat. Pengaruh hubungan antara kuat arus dan medan magnet disebut **elektromagnet** atau **magnet listrik**.

Magnet listrik banyak digunakan dalam bidang teknik, misalnya pembuatan bel listrik, kunci pintu listrik, indikator untuk bahan bakar pada mobil (*fuel level*), kereta cepat tanpa roda, telepon dengan uang logam dan detektor logam.

Keuntungan magnet listrik adalah:

a. Sifat kemagnetannya sangat kuat.
b. Kekuatan magnet itu dapat diubah-ubah dengan mengubah kuat arus.
c. Kemagnetannya dapat dihilangkan dengan memutuskan arus listrik.

Magnet listrik dibuat dalam berbagai bentuk, antara lain: berbentuk huruf U, berbentuk batang, berbentuk silinder, dan lingkaran. Di antara bentuk-bentuk magnet listrik tersebut yang paling kuat daya tarik magnetnya adalah yang berbentuk U.

### Tugas 12.1

Carilah literatur di perpustakaan tentang penggunaan prinsip elektromagnet, misalnya bel listrik dan kunci pintu atau yang lain!

## F. Peralatan yang Menggunakan Prinsip Elektromagnetik

### Tugas 12.2

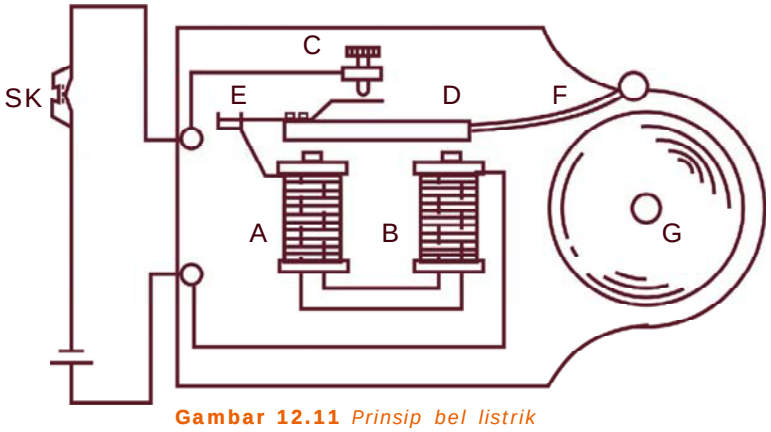
1. Cermatilah bermacam-macam alat di bawah ini.
   a. Bel listrik
   b. Kompor listrik
   c. Telepon
   d. Telegraf
   e. Relai
   f. Amperemeter
   g. Voltmeter
   h. Galvanometer
   i. Setrika listrik
   j. *Solder* listrik
   k. Radio listrik
   l. *Mixer*
2. Alat manakah yang bekerjanya atas dasar kemagnetan listrik/ elektromagnetik dan yang bukan atas dasar kemagnetan listrik?

Banyak alat-alat listrik yang bekerjanya atas dasar kemagnetan listrik. Misalnya bel listrik, telepon, telegraf, alat penyambung atau relai, kunci pintu listrik, detektor logam dan *loudspeaker*. Alat-alat ukur seperti amperemeter, voltmeter dan galvanometer dapat dijelaskan dengan prinsip kemagnetan listrik.

## 1. Bel Listrik

Bagian-bagian utama bel listrik:

a. Sebuah magnet listrik (A dan B), berupa magnet listrik berbentuk U
b. Pemutusan arus atau interuptor: C
c. Sebuah pelat besi lunak: D yang dihubungkan dengan pegas E dan pemukul bel; F (lihat Gambar 12.11)!




**Gambar 12.11** *Prinsip bel listrik*

### Info MEDIA

Alexander Graham Bell (1847-1922) adalah ilmuan dan guru tunarungu asal Scotlandia yang terkenal dengan penemuannya seperti telegraf ganda (1874), telepon (1876), fotofon (1880), dan piringan hitam (1886). Pada umumnya hasil penemuan Bell merupakan bentuk pengabdian terhadap penderita tunarungu.

### Cara Kerja Bel Listrik

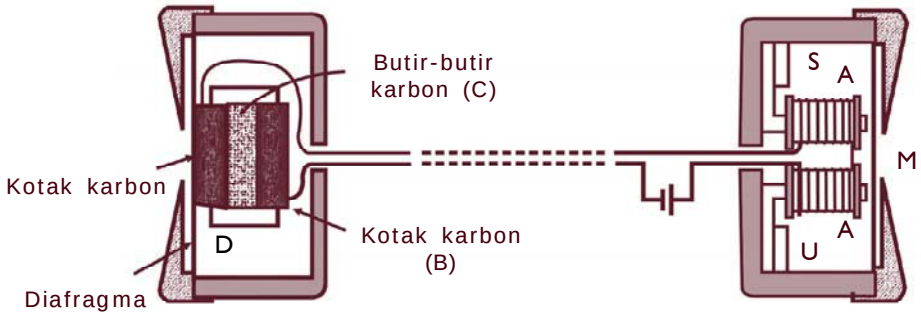
Apabila arus listrik dialirkan dengan jalan menekan sakelar, SK, maka arus listrik mengalir melalui kumparan. A dan B menjadi magnet, dan menarik D. Oleh karena itu arus yang melalui titik C terputus, sehingga sifat kemagnetannya hilang. D terlepas dari tarikan AB. Kontak C tersambung lagi, dan arus mengalir lagi. A dan B menjadi

magnet lagi, menarik D demikian seterusnya berulang-ulang. Selama SK ditekan. Tiap kali D ditarik oleh AB, maka pemukul F memukul bel G, maka bel berbunyi.

## 2. Pesawat Telepon

Sebuah pesawat telepon pada dasarnya terdiri atas dua bagian utama yaitu:

a. pesawat pengirim, yang biasa disebut mikrofon
b. pesawat penerima, biasanya disebut telepon.




**Gambar 12.12** *Pesawat telepon dan dasar kerjanya*

Lihat Gambar 12.12a! Perhatikan prinsip-prinsip yang mendasar pada sebuah mikrofon. Sebuah pelat tipis yang disebut diafragma D, selalu bersentuhan dengan butir-butir karbon, C, yang terdapat di dalam kotak karbon, B, jika getaran suara jatuh ke permukaan diafragma maka diafragma itu bergetar. Getaran ini menyebabkan butir-butir karbon tertekan atau tidak tertekan. Pada waktu tertekan, hambatan butir-butir karbon itu kecil, begitu sebaliknya jika tidak tertekan, hambatannya besar. Karena getaran diafragma dan hambatan C berubah-ubah sesuai dengan getaran suara. Arus yang mengalirpun berubah-ubah sampai ke telepon. Arus yang berubah-ubah menjadi suara.

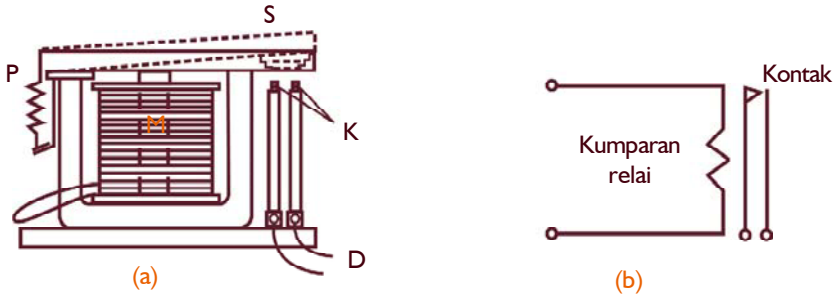
Gambar 12.12b memperlihatkan dasar kerja pesawat telepon. Telepon terdiri atas sebuah diafragma, M, sebuah magnet listrik, A–A, dan magnet

tetap US. Magnet tetap selalu memagnetkan inti magnet listrik. Karena itu diafragma yang terbuat dari bahan, ditarik oleh magnet, selalu tertarik ke arah AA dan dalam bentuk agak cekung ke arah AA. Jika arus yang datang melalui kumparan magnet listrik itu berubah-ubah besarnya. Maka kekuatan magnet listrik berubah-ubah juga. Perubahan gaya tarik sesuai dengan getaran suara yang dikirim oleh mikrofon. Perubahan gaya tarik menyebabkan diafragma bergetar sesuai dengan getaran suara pengirim.

## 3. Relai

Relai adalah sebuah alat yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus yang besar meskipun dengan energi kecil. Bagian utama sebuah relai yaitu:

a. Magnet listrik (M)
b. Sauh (S)
c. Kontak (K)
d. Pegas (P)




**Gambar 12.13** *Relai dan skemanya*

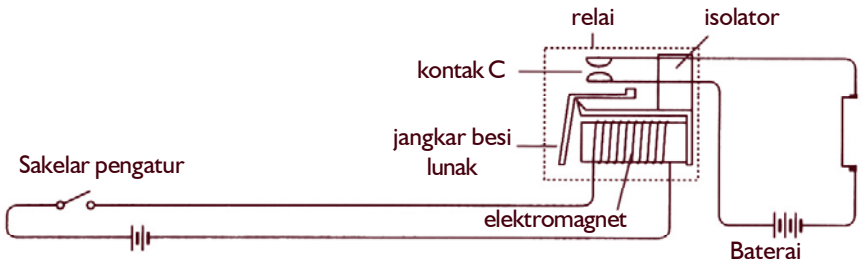
## Cara Kerja Relai

Apabila arus mengalir melalui kumparan, M, maka sauh ditarik oleh M, sehingga kontak K bersentuhan. Arus yang mengalir melalui kumparan disebut arus primer. Arus yang dialirkan oleh kontak disebut arus sekunder. Jika arus primer tidak mengalir, maka sauh tertarik oleh pegas, kontak terputus. Skema relai ditunjukkan pada Gambar 12.13b.

Relai banyak digunakan dalam bidang teknik untuk mengatur suatu alat dari jarak jauh, misalnya pada motor listrik.

Motor listrik dihubungkan dan diputuskan dengan cara menutup dan membuka sakelar S. Ketika S ditutup, arus listrik kecil mengalir melalui elektro-magnet, ujung kiri elektromagnet menarik jangkar besi lunak yang berbentuk L. Pergerakan ini menyebabkan jangkar besi lunak menekan kontak C yang berada di bawah sehingga naik ke atas dan terhubung. Dengan terhubungnya kontak C, maka baterai terhubung ke motor listrik, dan arus listrik mengalir ke dalam motor listrik. Ketika sakelar S dibuka, arus listrik yang melalui elektromagnet terputus, kontak C terbuka dan motor berhenti berputar.

Perhatikan Gambar 12.14. Ada dua rangkaian terpisah dan kontak relai C terbuka. Dengan menutup sakelar S di rangkaian sebelah kiri, kontak C akan menutup dan menghubungkan rangkaian di sebelah kanan. Satu keuntungan dari sistem ini adalah sakelar-sakelar dan kabel-kabel penerangan yang hanya sesuai untuk arus kecil dapat dipakai untuk mengatur mesin-mesin listrik yang berarus besar, misalnya pada dinamo starter mobil.




**Gambar 12.14** *Relai magnetik pada motor listrik*

## 4. Kunci Pintu Listrik

Kunci pintu listrik bekerja didasarkan pada elektromagnetik. Kunci ini mempunyai kumparan dari jenis solenoida yang dihubungkan ke saklar di dalam rumah. Jika seseorang menekan sakelar, arus

mengalir ke solenoida. Elektromagnetik yang dihasilkan akan menarik kunci besi ke dalam solenoida sehingga seorang di luar bisa membuka pintu.

### 5. Metal *Detector*

Sebuah detektor logam yang digunakan untuk mengecek senjata logam, terdiri atas kumparan besar yang dapat dialiri/membawa arus listrik. Seseorang yang berjalan lewat di bawah pintu detektor yang membawa senjata logam dapat diketahui. Senjata logam dapat mengubah elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan. Perubahan ini akan terdeteksi dan alarm akan berbunyi.

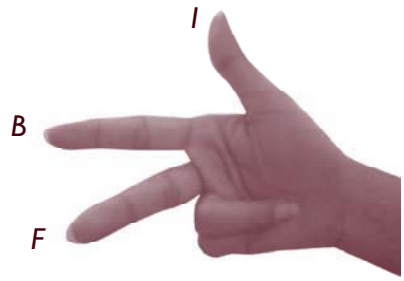
### 6. *Loudspeaker*

*Loudspeaker* adalah alat pengeras suara yang menggunakan prinsip elektromagnetik. Sinyal arus listrik diubah menjadi gelombang bunyi. Sinyal yang melalui kumparan dalam bentuk solenoida yang diletakkan di belakang speaker. Kumparan ini berlaku sebagai elektromagnetik dan ada magnet permanen yang ditempakan didekatnya. Arus yang lewat hanya satu arah, gaya magnet akan menekan elektromagnetik dan keluar ke speaker. Arus yang lewat berlawanan akan menarik speaker sehingga terjadi getaran. Getaran dari speaker menghasilkan gelombang bunyi.

## G. Gaya Lorentz dan Penggunaannya

### 1. Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang terjadi pada sebuah penghantar berarus listrik di dalam medan magnet. Untuk menentukan arah gaya Lorentz dapat digunakan kaidah tangan kanan sebagaimana terlihat pada Gambar 12.15!




**Gambar 12.15** *Kaidah tangan kanan pada gaya Lorentz*

Dengan ketentuan sebagai berikut:

a. Ibu jari menunjukkan arah arus listrik, *I*.
b. Telunjuk menunjukkan arah medan magnet, *B*.
c. Jari tengah menunjukkan arah gaya Lorentz, *F*.

Besar gaya Lorentz sebanding dengan kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Jika kedudukan gaya, kuat medan magnet dan arus listrik saling tegak lurus, maka besarnya gaya Lorentz dapat dirumuskan:

$$F = B\ I\ \ell$$

Dengan *F* adalah gaya Lorentz dinyatakan dalam newton, medan magnet dinyatakan dalam satuan (N/Am), (weber/m$^2$) atau tesla (T), dan $\ell$ adalah panjang kawat penghantar dinyatakan dalam meter (m).

## 2. Penggunaan Konsep Gaya Lorentz (Gaya Magnet)

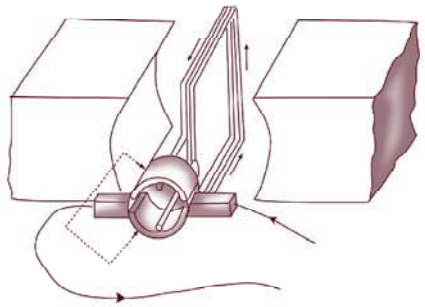
Adanya gaya magnet pada penghantar berarus listrik di dalam medan magnet memungkinkan berputarnya kumparan penghantar berarus listrik di dalam medan magnet. Beberapa contoh penerapan konsep ini antara lain motor listrik dan alat ukur listrik.

### a. *Motor listrik*

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Dasar kerja motor listrik ini hampir sama dengan dasar kerja sebuah galvanometer. Apabila arus listrik dialirkan melalui kumparan, permukaan kumparan yang bersifat sebagai kutub utara bergerak menghadap selatan magnet. Permukaan yang bersifat sebagai kutub selatan bergerak menghadap ke kutub utara magnet. Setelah itu maka kumparan berhenti berputar.

Untuk melanjutkan putaran, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus dalam kumparan dibalik. Dengan

terbaliknya arah arus maka kutub utara kumparan berubah menjadi kutub selatan, kutub selatannya menjadi kutub utara. Sekarang kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet. Kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet. Kutub-kutub itu menolak kumparan berputar setengah putaran sampai kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet, pada saat itu arus dalam kumparan dibalik lagi. Akibat kumparan itu berputar setengah putaran lagi, demikian seterusnya, kumparan berputar terus, lihat Gambar 12.16!

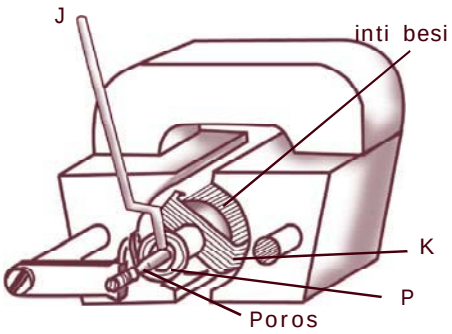


**Gambar 12.16** *Cara kerja motor listrik*

### *b. Alat pengukur listrik*

Jenis alat pengukur listrik yang banyak digunakan adalah pengukur jenis kumparan berputar. Pada dasarnya alat pengukur ini terdiri atas:

1) Sebuah magnet tetap berbentuk U
2) Ruang di antara kutub-kutubnya berbentuk silinder.




**Gambar 12.17** *Pengukur jenis kumparan berputar*

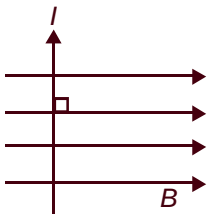
Di antara kutub-kutub itu terdapat sebuah inti besi lunak berbentuk silinder. Inti besi ini terpasang tetap pada tempatnya, tidak dapat berputar. Di antara inti besi dan kutub-kutub magnet terdapat sebuah kumparan, K, yang dapat berputar bersama dua batang poros. Pada tiap poros itu dipasang sebuah pegas spiral.

Pegas spiral, P, ini mengatur agar jarum penunjuk, J menunjukkan angka nol, kalau tidak ada arus melalui K.

Apabila kumparan dialirkan arus, maka kumparan itu berputar sebab salah satu permukaan kumparan bersifat sebagai kutub utara dan sebagai kutub selatan. Kumparan tidak dapat berputar terus karena ditahan oleh pegas spiral. Besar putarannya tergantung pada besarnya arus, di mana makin besar arus makin besar sudut putarnya.

Prinsip kerja seperti ini banyak digunakan pada peralatan seperti: amperemeter, galvanometer, dan voltmeter.

**Contoh soal:**




Perhatikan gambar di atas, jika besar arus 2 A dan panjang kawat 4 meter serta kuat medan magnet 25 tesla, hitung besar gaya Lorentz!

***Penyelesaian:***

Diketahui : $I$ = 2 A

$\ell$ = 4 m

$B$ = 25 tesla

Ditanya : $F$ = . . .?

***Jawab*** : $F = B\, I\, \ell$

= 250 tesla × 2 A × 4 m

= 2000N = $2 \times 10^3$ N

## Rangkuman

1. Sifat-sifat magnet antara lain:
   a. dapat menarik besi
   b. menimbulkan gaya satu sama lain (tolak-menolak dan tarik menarik).
2. Penggolongan benda berdasarkan sifat magnetik:
   a. paramagnetik,
   b. diamagnetik,
   c. ferromagnetik.
3. Cara membuat magnet:
   a. menggosokkan magnet tetap,
   b. aliran arus listrik,
   c. induksi.
4. Cara menghilangkan sifat kemagnetan:
   a. dipukul,
   b. dipanaskan.
5. Deklinasi: penyimpangan dari arah utara selatan yang sebenarnya.
6. Inklinasi: sudut yang dibentuk oleh magnet dengan garis mendatar.
7. Medan magnet: suatu daerah di sekitar magnet dimana masih ada pengaruh gaya magnet.
8. Keuntungan magnet listrik:
   a. sifat kemagnetannya sangat kuat,
   b. kekuatan magnet dapat diubah dengan mengubah arus,
   c. kemagnetan dapat dihilangkan dengan memutuskan arus listrik.
9. Peralatan yang menggunakan prinsip elektromagnetik: bel listrik, telepon, relai, kunci pintu listrik.
10. Penggunaan gaya Lorentz pada: motor listrik, amperemeter, galvanometer dan voltmeter.

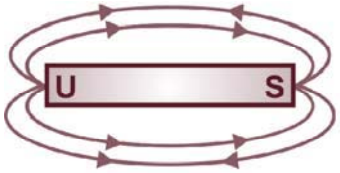
## Refleksi

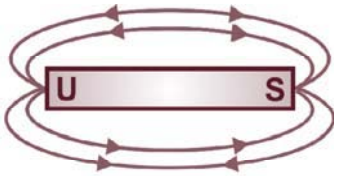
Mengapa arah jarum pada kompas selalu menunjuk ke arah utara dan selatan dengan sedikit penyimpangan? Jelaskan untuk bahan refleksi kalian menuju bab berikutnya!

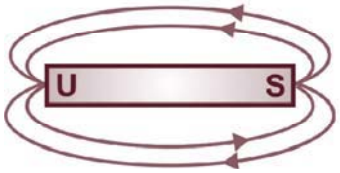
## Uji Kompetensi

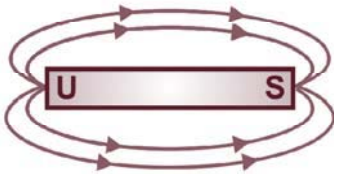
**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a, b, c,* atau *d*!**

1. Menurut sifat kemagnetannya benda digolongkan menjadi dua macam yaitu benda bukan magnetik dan benda . . . .
   a. nonmagnetik
   b. magnetik
   c. ferromagnetik
   d. atletik
2. Berikut ini yang termasuk benda magnetik adalah . . . .
   a. aluminium, karet
   b. besi, kobalt
   c. besi, kertas
   d. kertas, karet
3. Arah garis gaya pada gambar di bawah ini yang benar adalah . . . .

a. 

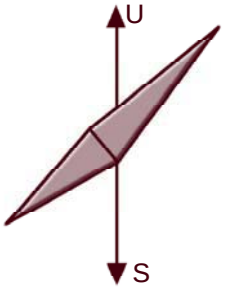

c. 


b. 


d. 

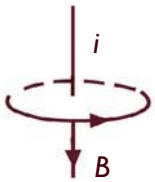

4. Magnet tersusun oleh magnet-magnet kecil yang biasanya disebut . . . .
   a. magnet partikel
   b. magnet elementer
   c. magnet permanen
   d. magnet bagian

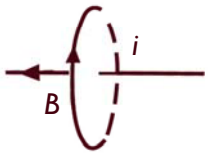
5. Berikut ini **bukan** cara untuk membuat magnet adalah . . . .
   a. paku dililiti kawat berisolasi dan dialiri listrik
   b. besi lunak diletakkan di sekitar magnet
   c. besi digosok dengan magnet ke satu arah
   d. baja digosok-gosok dengan magnet ke segala arah
6. Bumi dianggap sebagai magnet batang yang sangat besar. Kutub utara magnet terletak di daerah . . . .
   a. kutub utara
   b. kutub selatan
   c. khatulistiwa
   d. permukaan bumi
7. Jika sebuah magnet batang dipotong menjadi dua, maka potongan-potongan magnet tersebut yang tidak benar adalah . . . .
   a. bersifat magnet
   b. memiliki dua kutub
   c. memiliki kutub utara dan selatan
   d. hanya memiliki kutub utara saja
8. Perhatikan gambar di bawah ini!

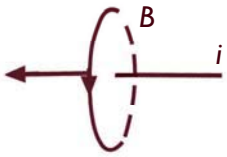


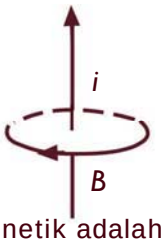

   Sudut yang terbentuk oleh penyimpangan jarum kompas disebut . . . .
   a. inklinasi
   b. deklinasi
   c. aklin
   d. isoklin

9. Arah medan magnet yang benar ditunjukkan oleh gambar di bawah adalah . . . .

a. 


c. 


b. 


d. 


10. Alat yang menggunakan prinsip elektromagnetik adalah . . . .
    a. bel listrik, pesawat telepon, dan telegraf
    b. bel listrik, TV, dan relai
    c. pesawat telepon, dan telegrap
    d. TV, radio listrik, dan telepon

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan sifat-sifat magnet!
2. Sebutkan cara membuat magnet!
3. Apakah yang dinamakan:
    a. gaya Lorentz
    b. garis gaya magnet?
4. Sebutkan alat listrik yang menggunakan prinsip elektromagnetik!
5. Apakah yang dimaksud:
    a. benda Ferromagnetik,
    b. benda Paramagnetik,
    c. benda Diamagnetik?

**Proyek**

Buatlah alat/bahan sederhana yang menggunakan sifat kemagnetan bersama kelompok kalian. Sebagai sumber referensi carilah informasinya dari internet.

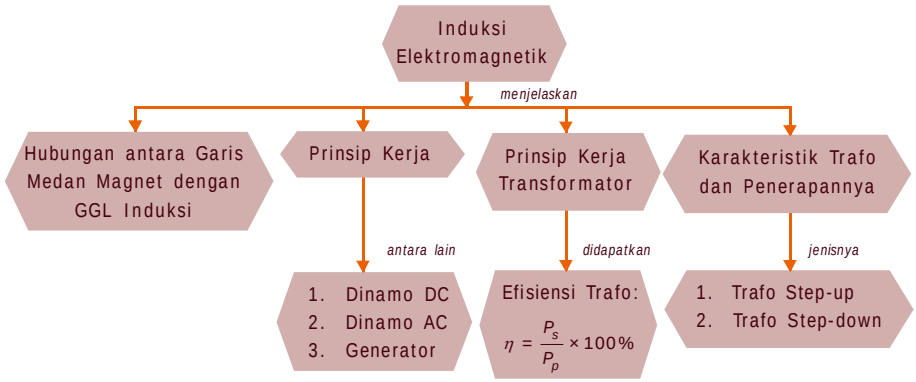
# Bab 13

# Induksi Elektromagnetik

Pada suatu malam, ketika Ani sedang belajar IPA. Tiba-tiba ayah Ani mendekat sambil bertanya kepada Ani. Apa bedanya arus listrik yang ditimbulkan oleh sebuah baterai dengan arus listrik dari PLN? Dan menggunakan alat apakah arus listrik dari pembangkit listrik yang bertegangan besar dapat digunakan di rumah-rumah dengan tegangan kecil? Ani diam sejenak, terlihat dari wajahnya bahwa ia sedang berpikir sambil menyatakan tegangan yang ditimbulkan oleh baterai itu kecil sehingga jika kesetrum tidak menyebabkan kecelakaan yang fatal sedang untuk PLN sebaliknya bisa terbakar dan meninggal. Oleh karena itu, untuk PLN mestinya ada alat yang bisa menurunkan tegangan. Bagaimana prinsip kerja alat tersebut, untuk lebih jelasnya bisa kalian pelajari pada Bab 13 ini.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Induksi Elektromagnetik
- Garis Medan Magnet
- Dinamo
- Transformator
- GGL Induksi
- Generator

## A. Hubungan antara Pergerakan Garis Medan Magnet dengan Terjadinya Gaya Gerak Listrik Induksi

### Kegiatan

**A. Tujuan**

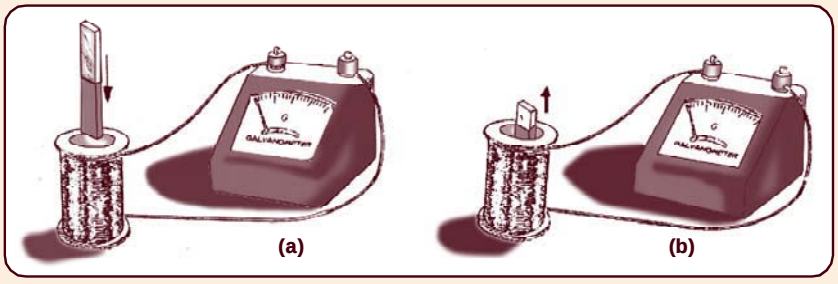
Mengetahui medan magnet dapat menghasilkan arus listrik.

**B. Alat dan Bahan**

1. Dua buah magnet batang
2. Galvanometer
3. Dua buah solenoida yang berbeda jumlah lilitannya

**C. Cara Kerja**

1. Susunlah alat seperti pada gambar.
2. Gerakkan kutub utara magnet batang masuk ke dalam kumparan. Amatilah jarum galvanometer, lihat gambar (a), apa yang terjadi?
3. Diamkan magnet batang di dalam kumparan, amati galvanometer, apa yang terjadi?
4. Gerakkan kutub utara magnet batang keluar dari kumparan. Amati apa yang terjadi pada jarum galvanometer, lihat gambar (b).
5. Ulangi dengan menggerakkan magnet batang masuk-keluar terus menerus. Amati jarum galvanometer, apa yang terjadi.




6. Ulangi langkah-langkah tersebut dengan mengganti magnet batang yang lebih kuat. Amati terus jarum galvanometer, apa yang terjadi.

7. Ulangi langkah-langkah tersebut dengan mengganti solenoida yang lebih banyak jumlah lilitannya. Amati apa yang terjadi pada jarum galvanometer.
8. Apabila yang digerakkan masuk-keluar adalah kutub selatan magnet batang. Bagaimana arah penyimpangan jarum galvanometer.

**D. Hasil Pengamatan**

Bagaimana kesimpulan kalian dari kegiatan di atas jika dikaitkan pengaruh medan dengan pergerakan galvanometer?

Kalian telah mengetahui bahwa ada beberapa bentuk energi antara lain: energi kalor, energi kimia, energi cahaya, energi bunyi, dan energi listrik. Di antara bentuk-bentuk energi tersebut, energi listriklah yang paling mudah diubah menjadi bentuk energi lain. Oleh karena itu, energi listrik banyak digunakan untuk kepentingan manusia. Energi listrik diperoleh dari mesin pembangkit listrik yaitu generator.

Generator menghasilkan energi listrik dengan beda tegangan yang sangat tinggi yaitu dalam orde megavolt, oleh sebab itu sebelum sampai ke rumah-rumah perlu ada alat penurun tegangan. Alat yang digunakan adalah trafo atau transformator. Dasar kerja trafo dan generator adalah induksi elektromagnetik.

## Terjadinya GGL Induksi

Seorang ilmuwan dari Jerman yang bernama **Michael Faraday** (1991 – 1867) memiliki gagasan dapatkah medan magnet menghasilkan arus listrik? Gagasan ini didasarkan oleh adanya penemuan dari Oersted bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnet.

Karena termotivasi oleh gagasan tersebut kemudian pada tahun 1822,Faraday memulai melakukan percobaan-percobaan. Pada tahun 1831 Faraday berhasil membangkitkan arus listrik dengan menggunakan medan magnet.

Alat-alat yang digunakan Faraday dalam percobaannya adalah gulungan kawat atau kumparan yang ujung-ujungnya dihubungkan dengan galvanometer. Jarum galvanometer mula-mula pada posisi nol. Kalian pasti sudah mengetahui, bahwa galvanometer adalah sebuah alat untuk menunjukkan ada atau tidaknya arus listrik di dalam rangkaian.

Percobaan Faraday untuk menentukan arus listrik dengan menggunakan medan magnet, dilakukan antara lain seperti kegiatan di atas. Pada kegiatan tersebut diketahui bahwa ketika kutub utara magnet bergerak ke dalam kumparan maka jarum galvanometer, menyimpang ke kanan. Ketika magnet ditarik dari dalam kumparan maka jarum galvanometer menyimpang ke kiri. Pada saat kutub selatan bergerak masuk ke dalam kumparan, jarum galvanometer akan menyimpang ke kiri, sedangkan ketika kutub selatan ditarik dari dalam kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kanan.

Dari hasil percobaan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa arus induksi yang timbul dalam kumparan arahnya bolak-balik seperti yang ditunjukkan oleh penyimpangan jarum galvanometer yaitu ke kanan dan ke kiri.

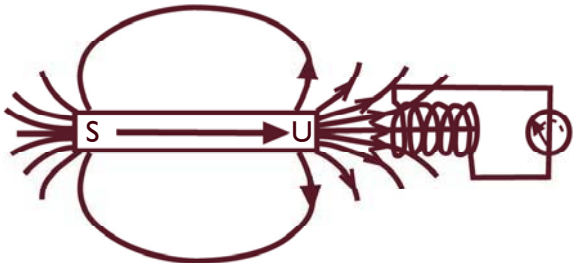
Karena arus induksi selalu bolak-balik, maka disebut arus bolak-balik (AC = *Alternating Current*). Faraday menggunakan konsep garis gaya magnet untuk menjelaskan peristiwa di atas.

Perhatikan Gambar 13.1!

1. Magnet didekatkan pada kumparan maka gaya yang melingkupi kumparan menjadi bertambah banyak, sehingga pada kedua ujung kumparan timbul gaya gerak listrik (GGL).
2. Magnet dijauhkan terhadap kumparan maka garis gaya yang melingkupi kumparan menjadi berkurang, kedua ujung kumparan juga timbul GGL.
3. Magnet diam terhadap kumparan, jumlah garis gaya magnet yang melingkupi kumparan tetap, sehingga tidak ada GGL.

Kesimpulan percobaan di atas adalah:

Timbulnya gaya listrik (GGL) pada kumparan hanya apabila terjadi perubahan jumlah garis-garis gaya magnet.




**Gambar 13.1** *Gaya gerak listrik timbul akibat perubahan garis gaya magnet*

Gaya gerak listrik yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut GGL induksi, sedangkan arus yang mengalir dinamakan arus induksi dan peristiwanya disebut induksi elektromagnetik.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi yaitu:

1. Kecepatan perubahan medan magnet.
   Semakin cepat perubahan medan magnet, maka GGL induksi yang timbul semakin besar.
2. Banyaknya lilitan
   Semakin banyak lilitannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.
3. Kekuatan magnet
   Semakin kuat gelaja kemagnetannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.

Untuk memperkuat gejala kemagnetan pada kumparan dapat dengan jalan memasukkan inti besi lunak.

GGL induksi dapat ditimbulkan dengan cara lain yaitu:

1. Memutar magnet di dekat kumparan atau memutar kumparan di dekat magnet. Maka kedua ujung kumparan akan timbul GGL induksi.
2. Memutus-mutus atau mengubah-ubah arah arus searah pada kumparan primer yang di dekatnya terletak kumparan sekunder maka kedua ujung kumparan sekunder dapat timbul GGL induksi.

3. Mengalirkan arus AC pada kumparan primer, maka kumparan sekunder didekatkan dapat timbul GGL induksi. Arus induksi yang timbul adalah arus AC dan gaya gerak listrik induksi adalah GGL AC.

## B. Prinsip Kerja Dinamo dan Generator

Kalian sudah mengetahui bahwa terjadinya arus induksi dan GGL induksi antara lain dengan cara kutub magnet digerakkan di dekat kumparan atau kumparan digerakkan di dekat kutub magnet. Karena kita menggerakkan kutub magnet berarti terdapat energi gerak atau energi kinetik.

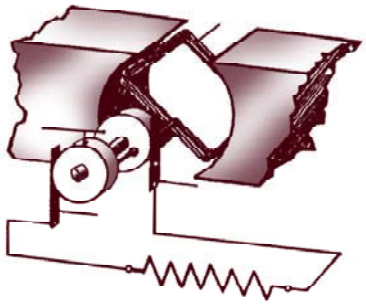
Jadi, dalam proses terjadinya arus induksi terdapat perubahan energi gerak menjadi energi listrik. Akibat gerakan magnet di dalam suatu kumparan menimbulkan arus induksi yang secara langsung adanya energi lisrik yang ditimbulkan.

Beberapa contoh peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai penerapan GGL induksi di antaranya adalah generator dan dinamo.

### 1. Dinamo

Bagian utama dinamo, lihat Gambar 13.2, adalah

a. Sebuah kumparan (C)
b. Sebuah cincin geser (A)
c. Sikat (B)
d. Magnet



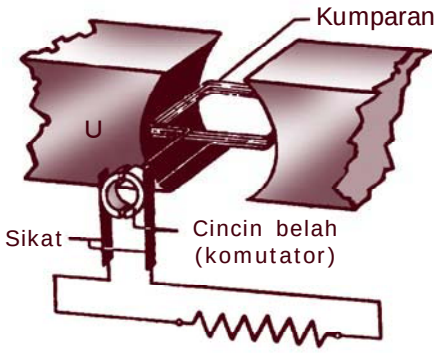
**Gambar 13.3** *Dinamo dengan prinsip kumparan berputar*

Sedangkan langkah-langkah kerja dinamo adalah sebagai berikut:

a. Sebuah kumparan berputar dalam medan magnet.
b. Tiap-tiap ujung kawat kumparan dihubungkan dengan sebuah "cincin geser".
c. Cincin geser tersebut menempel sebuah sikat.
d. Bila kumparan diputar maka dalam kumparan itu timbul GGL AC. GGL AC ini menimbulkan arus AC di dalam rangkaian dinamo.

## 2. Dinamo Arus Searah

Dinamo arus bolak-balik dapat diubah menjadi dinamo arus searah dengan menggunakan cincin belah atau komutator seperti pada motor listrik, lihat gambar 13.3!




**Gambar 13.3** *Dinamo arus searah*

Dinamo arus searah pada prinsipnya sama dengan motor arus searah. Jadi dinamo arus searah dapat dipakai sebagai motor arus searah. Demikian pula sebaliknya.

## 3. Generator

Bagian utama generator, lihat Gambar 13.4, adalah:

**a. Magnet**

Untuk generator pembangkit tenaga listrik yang besar biasanya menggunakan lebih dari satu magnet yang berputar. Magnet yang digunakan biasanya magnet listrik.

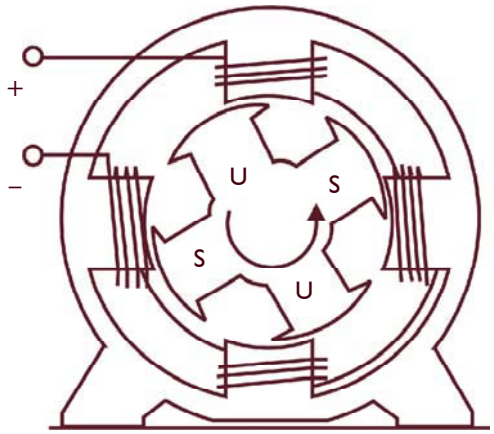
**b. Rotor**

Rotor adalah bagian generator yang berputar.

**c. Stator**

Stator adalah bagian generator yang tidak berputar.

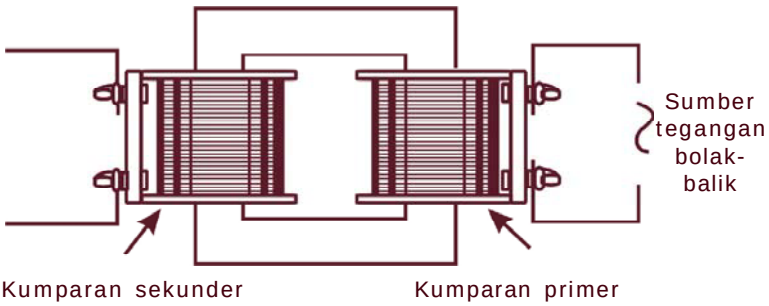
Arus yang ditimbulkan oleh generator juga arus bolak-balik. Seperti yang kalian ketahui bersama bahwa arus yang digunakan di rumah-rumah atau di pabrik-pabrik bersifat arus bolak-balik, bukan?




**Gambar 13.4** *Generator arus bolak-balik yang menggunakan lebih dari satu magnet*

## C. Prinsip Kerja Transformator (Trafo)

Transformator adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik. Transformator sering disebut **trafo**. Sebuah transformator terdiri atas sebuah inti besi. Pada inti besi digulung dua lilitan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, lihat Gambar 13.5!




**Gambar 13.5** *Transformator*

## Info **MEDIA**

Pada tahun 1831, Faraday menemukan bahwa penghentian atau pengaliran arus dalam salah satu kawat pada cincin besi ini menyebabkan dorongan singkat dari arus di kawat lainnya. Cincin yang sekarang jadi terkenal ini sebenarnya sama dengan transformator modern yang tercipta 160 tahun kemudian.

Prinsip kerja tranformator adalah sebagai berikut.

1. Kumparan primer dihubungkan kepada sumber tegangan yang hendak diubah besarnya. Karena tegangan primer itu tegangan bolak-balik, maka besar dan arah tegangan itu berubah-ubah.
2. Dalam inti besi timbul medan magnet yang besar dan arahnya berubah-ubah pula. Perubahan medan magnet ini menginduksi tegangan bolak-balik pada kumparan sekunder.

Dari sebuah percobaan dapat ditunjukkan, bahwa:

1. Perbandingan antara tegangan primer, $V_p$, dengan tegangan sekunder, $V_s$ sama dengan perbandingan antara jumlah lilitan primer, $N_p$, dan lilitan sekunder, $N_s$.
2. Perbandingan antara kuat arus primer, $I_p$, dengan kuat arus sekunder, $I_s$, sama dengan perbandingan jumlah lilitan sekunder dengan lilitan primer.

Dari kedua pernyataan tersebut dapat dituliskan secara singkat dengan persamaan sebagai berikut:

$V_p : V_s = N_p : N_s$
$I_p : I_s = V_s : V_p$
$I_p : I_s = N_s : N_p$

Atau dapat ditulis:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \qquad \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \qquad \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Ada dua hal perlu dipahami untuk transformator ini, yaitu:

1. Transformator hanya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik (AC) dan tidak untuk arus searah (DC).
2. Transformator tidak dapat memperbesar daya listrik yaitu tidak dapat memperbesar banyaknya daya yang masuk ke dalam transformator tersebut.

## Efisiensi Tranformator

Kalian sudah mengetahui persamaan-persamaan yang berlaku pada transformator. Persamaan di atas dan didasarkan atas efisiensi transformator dianggap seratus persen. Tetapi kenyataan sehari-hari efisiensi transformator selalu kurang dari seratus persen. Mengapa demikian? Selama penggunaan transformator, besarnya daya yang dikeluarkan oleh kumparan sekunder selalu lebih kecil daripada daya yang diterima oleh kumparan primer.

Hal ini disebabkan selama transformator digunakan ada sebagian energi listrik yang berubah menjadi kalor. Dengan kata lain energi listrik yang keluar dari transformator selalu lebih kecil daripada energi yang masuk ke dalam transformator.

Agar diperoleh efisiensi mendekati 100% pada penggunaan transformator, biasanya dilakukan cara-cara sebagai berikut:

1. Diberi bahan pendingin.
2. Untuk mengurangi panas, membuat inti besi untuk transformator berbentuk pelat atau lempengan.

3. Mengalirkan udara dingin, misal dengan *air conditioning* atau kipas angin.

Selama 1 sekon, kumparan primer tranformator menerima energi dari sumber yang akan diubah sebesar $W_p = V_p\ I_p\ t$ joule. Selama $t$ sekon transformator tersebut juga melepas energi melalui kumparan sekunder sebesar $W_s = V_s I_s\ t$ joule.

Efisiensi tranformator, $\eta$, adalah persentase harga perbandingan antara besar energi yang dilepas transformator tiap sekon pada kumparan sekunder dengan energi yang diterima transformator setiap sekon pada kumparan primer. Energi tiap sekon disebut daya. Oleh karena itu, efisiensi dapat dinyatakan dalam perbandingan daya sekunder, $P_s$ dan daya primer, $P_p$, kali 100 % dan dapat ditulis

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{daya sekunder}}{\text{daya primer}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\ \%$$

Karena $P = V\ I$ maka:

$$\eta = \frac{V_s\ I_s}{V_p\ I_p} \times 100\ \%$$

**Contoh soal:**

Sebuah transformator dihubungkan dengan tegangan 200 V dapat menghasilkan tegangan 40 V. Jika kumparan input berjumlah 1100 lilitan. Berapakah kumparan outputnya?

***Penyelesaian:***

Diketahui: $V_p = 200$ V
$V_s = 40$ V
$N_p = 1100$ lilitan
Ditanya: $N_s = \ldots ?$

***Jawab :***

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{200\,V}{40\,V} = \frac{1100 \text{ lilitan}}{N_s}$$

$200\ N_s = (40 \times 1100)$ lilitan

$N_s = 220$ lilitan

## D. Karakteristik Transformator dan Penerapannya

Ada dua transformator, yaitu:

1. Transformator *step-up* (transformator penaik tegangan)
2. Transformator *step-down* (transformator penurun tegangan)

Ciri-ciri kedua jenis trafo adalah:

1. Trafo *step-up*
   a. Jumlah lilitan kumparan primer selalu lebih kecil dari jumlah lilitan kumparan sekunder, ($N_p < N_s$)
   b. Tegangan primer selalu lebih kecil dari tegangan sekunder, ($V_p < V_s$)
   c. Kuat arus primer selalu lebih besar dari kuat arus sekunder, ($I_p > I_s$)
2. Trafo *step-down*
   a. Jumlah lilitan kumparan primer selalu lebih besar dari jumlah lilitan kumparan sekunder, ($I_p > N_s$)
   b. Tegangan primer selalu lebih besar dari tegangan sekunder ($V_p > V_s$)
   c. Kuat arus primer selalu lebih kecil dari kuat arus sekunder, ($I_p < I_s$)

   Salah satu contoh penggunaan transformator adalah pada pesawat penerima radio jenis “tabung”.

## Rangkuman

1. Beberapa faktor yang mempengaruhi gaya gerak listrik (GGL) induksi:
   a. kecepatan perubahan medan magnet
   b. banyaknya lilitan
   c. kekuatan magnet.
2. GGL induksi dapat ditimbulkan dengan cara:
   a. memutar magnet di dekat kumparan atau memutar kumparan di dekat magnet.
   b. mengubah arah arus searah pada kumparan primer.
   c. mengalirkan arus AC pada kumparan primer
3. Penerapan ggl induksi pada generator dan dinamo.
4. Bagian-bagian dinamo: sebuah kumparan, sebuah cincin geser, sikat, dan magnet.
5. Bagian-bagian generator: magnet, rotor, dan stator.
6. Transformator: alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik.
7. Persamaan-persamaan pada transformator:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

8. Efisiensi transformator

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100\%$$

## Refleksi

Sekarang ini umumnya orang lebih suka membawa kartu kredit atau kartu ATM daripada membawa uang tunai dengan alasan lebih praktis dan lebih aman. Kartu kredit dan kartu ATM merupakan contoh penerapan prinsip induksi elektromagnetik. Sebagai bahan refleksi, jelaskan cara kerja kartu kredit atau ATM berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik!

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!**

1. Arus induksi adalah berupa . . . .
   a. arus searah
   b. arus bolak-balik
   c. arus DC
   d. arus DC dan AC
2. Timbulnya gaya gerak listrik pada kedua ujung kumparan disebabkan terjadi perubahan . . . .
   a. tegangan
   b. jumlah garis gaya magnet
   c. jumlah lilitan
   d. arus listrik
3. Berikut ini yang bukan merupakan faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi yaitu . . . .
   a. banyaknya lilitan
   b. kecepatan perubahan medan magnet
   c. kekuatan magnet
   d. masalah lilitan kumparan
4. Apabila $V_p$ = tegangan primer, $V_s$ = tegangan sekunder, $I_p$ = kuat arus primer dan $I_s$ = kuat arus sekunder, maka hubungan yang benar adalah . . . .

   a. $\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$

   b. $\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_p}{I_s}$

   c. $V_p = \frac{V_s\, I_p}{I_s}$

   d. $V_s = \frac{V_s\, I_p}{I_s}$

5. Pada trafo *step-up* yang **tidak benar** adalah . . . .
   a. jumlah lilitan primer lebih kecil dari jumlah lilitan sekunder
   b. tegangan primer lebih kecil dari tegangan sekunder
   c. kuat arus primer lebih kecil dari kuat arus sekunder
   d. kuat arus primer lebih besar dari pada kuat arus sekunder
6. Berikut ini adalah rumus efisiensi transformator adalah . . . .
   a. $\eta = \frac{E_p}{E_s} \times 100\%$
   b. $\eta = \frac{E_s}{E_p} \times 100\%$
   c. $\eta = \frac{V_p I_p}{V_s I_s} \times 100\%$
   d. $\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100\%$
7. Fungsi trafo *step-down* adalah . . . .
   a. menurunkan tegangan
   b. menaikkan tegangan
   c. menetapkan tegangan
   d. mengubah-ubah tegangan
8. Yang merupakan ciri trafo *step-up* adalah . . . .
   a. $N_p < N_s$
   b. $I_p < I_s$
   c. $V_p < V_s$
   d. $I_p > I_s$
9. Ciri trafo *step-up* adalah . . . .
   a. $N_p > N_s$
   b. $I_p > I_s$
   c. $I_p < I_s$
   d. $V_p > V_s$
10. Transformator adalah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan . . . .
    a. bolak-balik
    b. bolak-balik dan searah
    c. searah saja
    d. sekunder saja

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebuah trafo dihubungkan dengan tegangan 220 volt sehingga mengalir arus listrik 0,25 A. Jika kuat arus yang keluar dari trafo adalah 2 A, maka tentukan besar tegangan keluaran trafo tersebut!
2. Sebuah transformator dihubungkan dengan tegangan 200 V menghasilkan tegangan 20 V. Jika kumparan input 1000 lilitan, maka hitunglah jumlah lilitan kumparan output!
3. Sebuah trafo menggunakan kumparan dengan perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder 1:5. Trafo tersebut dihubungkan dengan tegangan 30 volt. Jika daya keluaran trafo 50 watt, maka tentukan besar arus sekundernya!
4. Energi masukan dan keluaran dari sebuah trafo adalah 10.000 joule dan 9000 joule. Tentukan efisiensi trafo!
5. Sebuah trafo dihubungkan dengan sumber 200 volt dan mengalir arus listrik sebesar 0,2 ampere. Bila tegangan (GGL) keluaran dan efisiensinya masing-masing 100 volt dan 80 %. Tentukan kuat arus keluaran!

**Proyek**

Carilah informasi tentang prinsip induksi elektromagnetik pada kartu ATM atau kartu kredit disertai gambar yang mendukung informasi tersebut. Kumpulkan dalam bentuk kliping dan multimedia untuk dipresentasikan di depan kelas!

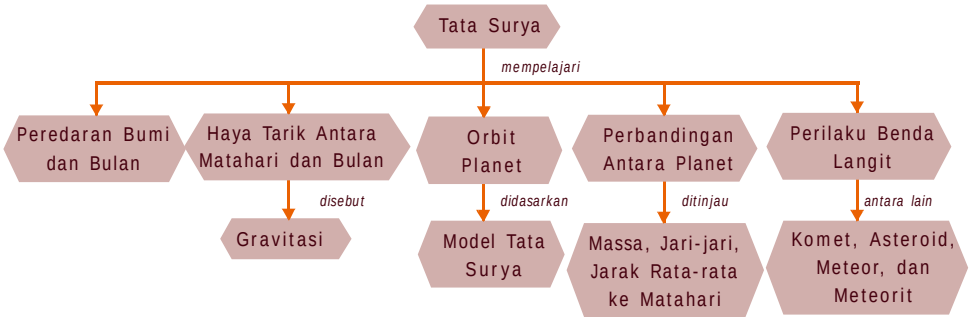
# Bab 14

# Tata Surya

Planet bumi merupakan salah satu anggota dari 8 planet dalam sistem tata surya yang dihuni oleh kehidupan manusia. Dalam sistem tata surya matahari sebagai pusat peredaran tata surya dan menjadi salah satu sumber energi dalam kehidupan manusia. Namun perlu kalian ketahui bahwa intuisi yang didasarkan pada fenomena sehari-hari dan pengamatan yang didasarkan pada hasil perhitungan data akan memunculkan suatu pertanyaan yang sangat mendasar yaitu, apakah matahari dan bulan yang mengelilingi bumi, sehingga bumi dianggap sebagai pusat peredaran dalam sistem tata surya? Atau apakah sebaliknya bahwa matahari sebagai pusatnya? Pertentangan ini muncul dibenak kita semua dan untuk menjawabnya pada bab ini akan dibahas dengan jelas.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.

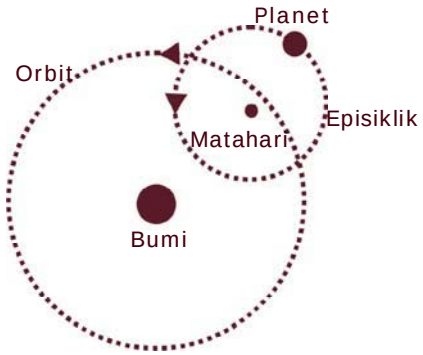



## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Tata surya
- Matahari
- Bumi
- Gravitasi
- Bulan
- Planet

## A. Peredaran Bumi dan Bulan




**Gambar 14.1** *Teori Geosentris, tiap planet bergerak dalam lingkaran kecil atau episiklik, pusat peredaran adalah bumi*

**Claudius Ptolomeus** (100-178 M) di Alexandria memperkenalkan *geocentris system* yang menyatakan bahwa bumi sebagai pusat peredaran tata surya.

Pada Gambar 14.1 menunjukkan *geocentris system* dari Ptolomeus di mana setiap planet bergerak dalam lingkaran kecil atau episiklik dan pusat peredarannya adalah bumi. Beberapa abad sebelumnya teori ini sudah dikemukakan namun Ptolomeus mampu menunjukkan suatu perbaikan. Beliau mampu memperhatikan pergerakan planet-planet di langit dengan jelas dan variasi jarak planet dari bumi.

**Nicolaus Copernicus** (1473-1543), mempertanyakan asumsi dari Ptolomeus, Copernicus menyatakan bahwa bumi dan anggota tata surya yang lain beredar mengelilingi matahari, dan bumi berputar pada porosnya. Teori atau asumsi Nicolaus Copernicus dituangkan dalam sebuah bukunya yang berjudul *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ("Mengenai revolusi orbit langit") pada tahun 1543. Teori yang beranggapan bahwa matahari sebagai pusat tata surya disebut heliosentris. Helios berasal dari bahasa Yunani yang berarti matahari.

### Info **MEDIA**

Astronom Inggris James Brodley (1693-1762) mencatat bahwa tampaknya banyak bintang mempunyai ketidakteraturan dalam garis edarnya. Ia menyimpulkan bahwa hal tersebut disebabkan oleh pengamatan dari bumi yang bergoyang pada sumbunya karena gaya tarik gravitasi bulan.

### Bulan Mengelilingi Bumi

Bulan merupakan satelit bumi, oleh karena itu bulan beredar mengelilingi bumi. Peredaran bulan mengelilingi bumi disebabkan gaya tarik-menarik antara bumi dan bulan yang disebut gaya gravitasi. Selain beredar mengelilingi bumi, bulan juga mengalami rotasi dan revolusi.



## B. Gravitasi

Sebuah benda apapun jika dilempar ke atas akan jatuh kembali ke bumi. Hal ini disebabkan oleh gaya gravitasi. Seorang ahli fisika **Sir Isaac Newton** menyelidikinya dan menyimpulkan bahwa besarnya gaya gravitasi berbanding lurus dengan hasil kali kedua massa benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara pusat massa dua benda tersebut. Gaya gravitasi ($F$) dinyatakan dengan persamaan:

$$F_g = G\frac{m_1\, m_2}{r^2}$$

Dengan $m_1$ dan $m_2$ adalah massa masing-masing benda dinyatakan dalam satuan kg dan $r$ adalah jarak antara pusat massa dua benda dinyatakan dalam satuan meter, dan $G$ adalah konstanta gravitasi dinyatakan dalam satuan $\frac{\text{Nm}^2}{(\text{kg})^2}$. Tunjukkan bahwa $F_g$ dinyatakan dalam satuan newton!

Dari persamaan di atas dapat dianalisis bahwa gaya tarik bumi lebih besar daripada gaya tarik benda. Benda jatuh di samping adanya gaya tarik menarik dengan bumi tetapi juga dikarenakan gaya berat benda itu sendiri yang besarnya sama. Oleh karena itu, persamaan gravitasi dapat ditulis kembali dengan persamaan:

$$F_g = G\frac{m_1\, m_2}{r^2} = m_1\, g \Rightarrow g = G\frac{m_2}{r_2}$$

Dengan $m_1$ adalah massa buah apel dan $m_2$ adalah massa bumi ($M_\oplus$), maka persamaan di atas dapat ditulis:

$$g_\oplus = G\frac{M_\oplus}{r^2}$$

Persamaan tersebut di atas menunjukkan bahwa suatu benda yang jatuh di permukaan bumi tidak tergantung pada massa benda tetapi tergantung pada massa bumi atau massa planet di mana benda dijatuhkan.

## Tugas

Dari $g_\oplus = G\frac{M_\oplus}{r^2}$, kalian bisa membayangkan dalam sistem tata surya kita.

1. Planet mana yang mempunyai gravitasi yang paling besar?
2. Dengan mengetahui massa bumi dan bulan, buktikan bahwa percepatan gravitasi di bulan $\frac{1}{6}$ kali percepatan di bumi?
3. Benda yang bermassa $m$, jika ditimbang di suatu planet, planet yang mana yang mempunyai gaya berat paling besar?
4. Apakah matahari juga mempunyai percepatan gravitasi?
5. Apakah satelit buatan yang diluncurkan ke angkasa juga mempunyai gaya-tarik menarik dengan bumi?

Massa suatu benda tidak dipengaruhi oleh gravitasi sehingga dimanapun letaknya besarnya tetap. Sedangkan berat benda berbeda sesuai dengan letaknya.

## C. Orbit Planet

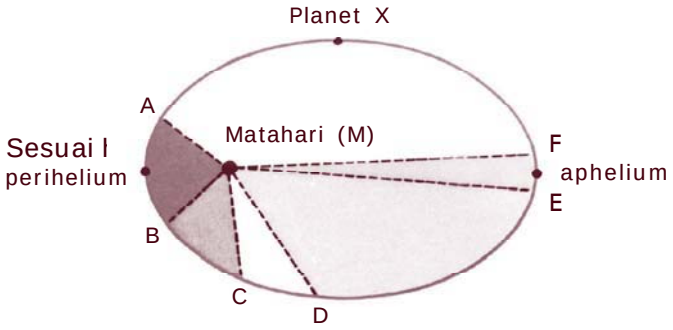
Gaya gravitasi berpengaruh juga pada matahari dan planet. Massa dan gravitasi matahari yang besar selalu berusaha menarik planet-planet ke arah matahari. Meskipun demikian, planet-planet juga berusaha mempertahankan geraknya yang

cenderung lurus. Kombinasi gaya gravitasi dan gerak planet yang cenderung bergerak lurus menyebabkan planet senantiasa beredar mengelilingi matahari.

Pergerakan planet-planet dalam mengelilingi matahari berada pada orbital atau lintasan tertentu. Pada tahun 1609 **Johannes Kepler** yang mendukung dan terinspirasi oleh teori heliosentris dari **Copernicus** (1473-1543) mengemukakan tiga hukum gerak planet terhadap matahari:

1. Pergerakan planet mengedari matahari dengan lintasan elips.
2. Garis yang menghubungkan planet dengan matahari melewati bidang yang sama luasnya dengan jangka waktu yang sama.
3. Pangkat tiga jarak rata-rata dari matahari berbanding lurus dengan kuadrat kala revolusi sebuah planet, $R^3 \sim T^2$.

Misalnya planet bumi yang mengelilingi matahari selama revolusinya, bumi kadang dekat kadang menjauh. Di mana posisi bumi berada pada titik terdekat dengan matahari disebut perihelium, sedangkan titik terjauhnya aphelium. Di mana bumi berada pada aphelium yaitu pada tanggal 1 Juli dan berada pada perihelium tanggal 1 Januari. Jarak aphelium adalah 152 juta kilometer dan jarak perihelium adalah 147 juta kilometer.




**Gambar 14.3** *Hukum kedua Kepler*

1. Luas AMB = CMD = EMF, dengan M adalah matahari.
2. Waktu untuk menempuh AB = CD = EF
3. Kecepatan yang ditempuh AB lebih besar daripada kecepatan EF dan CD. Kenapa? Diskusikan!

Jadi, planet bergerak cepat bila dekat matahari dan bergerak lambat bila jauh dari matahari.

Sedangkan jika ditinjau dari hukum ketiga Kepler yang menyatakan kuadrat kala revolusi sebuah planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari matahari, maka revolusi planet pertama dan planet kedua dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{T_1^{\,2}}{T_2^{\,2}} = \frac{R_1^{\,3}}{R_2^{\,3}}$$

Dengan $T_1$ dan $T_2$ adalah kala atau periode revolusi planet pertama dan planet kedua, $R_1$ dan $R_2$ adalah jarak rata-rata matahari dari planet pertama dan jarak rata-rata matahari dari planet kedua.

## D. Planet

### Info MEDIA

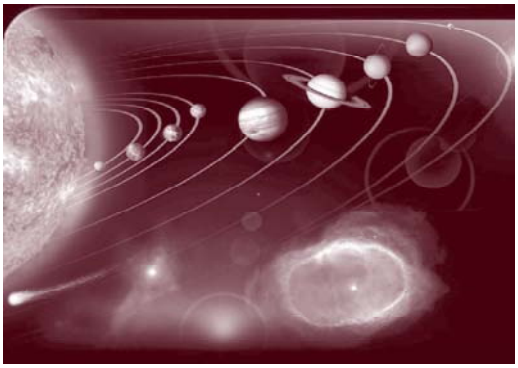
Menurut para ilmuwan, bumi berusia sekitar 4,6 miliar tahun. Beberapa contoh meteorit yang jatuh ke bumi juga memiliki usia yang sama dengan bumi. Oleh karena itu, para ilmuwan menyimpulkan bahwa tata surya kita terbentuk dari awan gas dan debu secara bersamaan.

Planet merupakan objek langit yang mengitari matahari yang memiliki bidang orbit yang eksklusif, bersih dari objek lain di sekitarnya serta memiliki massa yang cukup untuk gaya gravitasi sehingga mampu mempertahankan bentuknya. Berdasarkan definisi di atas planet hanya ada delapan yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus . Jika dilihat dari sabuk asteroid, planet Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars disebut planet dalam, sedangkan Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus disebut planet luar.

Perhatikan tabel berikut!

| Planet | Diamater Rata-rata dalam km | Jarak Rata-rata dari Matahari dalam km | Periode Revolusi | Periode Rotasi | Jumlah Bulan | Susunan Atmosfer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Merkurius | 4.862 | 58.000.000 | 88 hari | 59 hari | 0 | He |
| Venus | 12.190 | 108.000.000 | 225 hari | -243 hari* | 0 | $CO_2$ |
| Bumi | 12.725 | 149.600.000 | 365 hari | 23,9 hari | 1 | $N_2$, O |
| Mars | 6.780 | 228.000.000 | 1,9 tahun | 24,6 jam | 2 | $CO_2$ |
| Jupiter | 142.860 | 779.000.000 | 11,9 tahun | 9,8 jam | 16 | $NH_3$, $CH_4$ |
| Saturnus | 120.000 | 1.428.000.000 | 29,5 tahun | 10,6 jam | 17** | $NH_3$, $CH_4$ |
| Uranus | 50.100 | 2.875.000.000 | 84 tahun | 24 jam | 5 | $CH_4$, $H_2$ |
| Neptunus | 48.600 | 4.500.000.000 | 164,8 tahun | 22 jam | 2 | $NH_3$, $CH_4$ |

* *Tanda minus menunjukkan rotasi berlawanan dengan planet-planet lain*
** *Ditemukan 21 tetapi tidak disahkan*



**Gambar 14.3** *Matahari beserta planet*
**Sumber:** *blogs.answersingenesis.org*

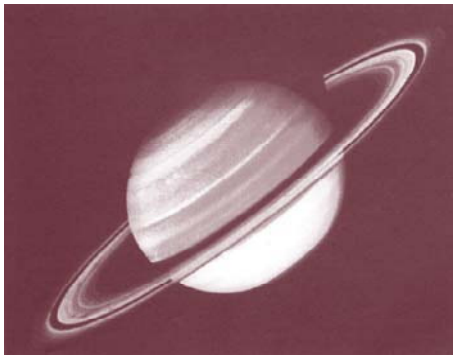
Setiap planet yang bergerak pada orbital memiliki garis edar. Bidang edar planet bumi disebut **ekliptika**. Semua planet mengalami siang dan malam karena planet berputar pada sumbunya. Kebanyakan planet-planet berputar pada sumbunya searah dengan arah putaran Bumi, hanya Venus yang mempunyai arah perputaran yang berlawanan. Di mana arah peredaran planet-planet berlawanan arah jarum jam. Peredaran planet mengelilingi matahari disebut **revolusi planet**.

Planet yang terdekat dengan matahari adalah Merkurius kemudian Venus. Temperatur kedua planet pada siang hari sangat tinggi. Karena itu planet Merkurius hampir tidak mempunyai atmosfer. Sebaliknya Venus terselubung atmosfer yang tebal sehingga merintangi pandangan kita ke permukaannya.

Karena terselubung awan putih yang tebal maka planet Venus sering disebut **bintang pagi** atau **bintang senja**. Atmosfer di Venus kebanyakan terdiri atas gas karbondioksida. Suhu di Venus pada siang hari mencapai 500° C.



**Gambar 14.4** *Planet venus*
**Sumber:** *www.adlerplanetarium.org*



**Gambar 14.5** *Planet saturnus*
**Sumber:** *www.adlerplanetarium.org*

Sampai sekarang planet yang terus diteliti dan diperkirakan mungkin terdapat kehidupan adalah planet Mars. Di antaranya pada tahun 1976. Ekspedisi luar angkasa "Viking" didaratkan di Mars untuk meneliti keadaan di planet Mars.

Di seberang Mars terdapat planet berukuran besar/raksasa, yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Planet yang terbesar adalah planet Jupiter dengan ukuran atau volumenya 2300 kali volume Bumi.

Sedangkan planet Saturnus adalah planet terbesar kedua dengan jari-jari 60.000 kilometer. Angkasanya hanya mengandung gas hidrogen dengan sabuk-sabuk awan yang memantulkan sinar matahari dengan baik. Terlihat seperti cincin yang melingkari planet.

Uranus dan Neptunus disebut **planet kembar**. Garis tengahnya kira-kira empat kali garis tengah Bumi.

Planet-planet juga mempunyai satelit yang mengedarinya. Arah peredaran satelit sama dengan arah peredaran planetnya. Bidang edarnya hampir berimpitan dengan bidang edar planet.

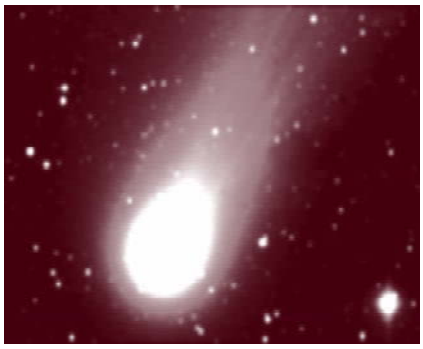
Di dalam tata surya ada 32 satelit. Berikut penjabaran planet beserta satelitnya:

1. Bumi → 1 satelit (bulan)
2. Jupiter → 12 satelit
3. Uranus → 5 satelit
4. Mars dan Neptunus → 2 satelit
5. Saturnus → 10 satelit

Ukuran satelit yang dimiliki Jupiter adalah sama atau lebih besar daripada bulan. Belum diketahui planet yang lain mempunyai satelit atau tidak. Tetapi saturnus mempunyai satelit yang berangkasa yaitu **Titan** begitu juga satelit yang dimiliki Jupiter yaitu **Ganymeda** juga berangkasa.

Ganymeda ini adalah satelit yang terbesar yang dimiliki oleh Jupiter. Selain satelit-satelit tadi ada juga satelit yang dibuat oleh manusia dengan tujuan yang bermacam-macam, sebagian besar digunakan untuk langkah ilmiah dan sebagian lagi untuk meneliti cuaca dan lain-lain.

## E. Komet



**Gambar 14.6** *Komet Halley*
**Sumber:** *central-of-msv.blogspot.com*

Komet merupakan rangkaian cahaya yang bergerak dari satu konstelasi ke konstelasi lain di antara bintang-bintang. Rangkaian cahaya komet memperlihatkan seperti untaian rambut panjang, oleh karena itu komet sering disebut bintang berekor.

Ketika mendekati matahari, ekor komet selalu berada di depan, menjauhi matahari. Hal ini disebabkan karena adanya tekanan sorot pada cahaya matahari yang mendorong partikel-partikel terkecil selalu ke arah yang berlawanan dengan matahari.

Komet terdiri atas berbagai gas termasuk di dalamnya adalah Sianogen (S/CN), karbondioksida ($CO_2$), karbon monoksida (CO), nitrogen ($N_2$), hidroksil (OH), dan nitrogen hidrid (NH).

Pergerakan komet tampak dalam pemandangan sebagai lambaian yang indah yang kemudian lenyap begitu saja selama bertahun-tahun. Komet bergerak menjelajahi wilayah langit pada berbagai sudut pada bidang tata surya.

## Info **MEDIA**

*Ketika komet Halley kembali pada tahun 1986, pesawat penjelajah antariksa Giotto dikirim untuk mencegat dan mempelajarinya. Pesawat terbang dalam jarak 960 km dari komet, mengambil contoh uap dan ekornya dan menemukan bahwa nukleusnya adalah campuran kotoran dan es berukuran 16 × 8 km (10 × 5 mil).*

Pada tahun 1705 ahli atmosfer **Edmund Halley** menerapkan hukum gravitasi pada pengamatan-pengamatan mengenai sejumlah komet. Ia mengetahui bahwa komet beredar menjelajahi wilayah sesuai hukum gravitasi. Sebagai contoh komet Halley yang muncul setiap 76 tahun sekali.



## F. Asteroid

Asteroid adalah benda-benda langit kecil yang mengelilingi matahari.

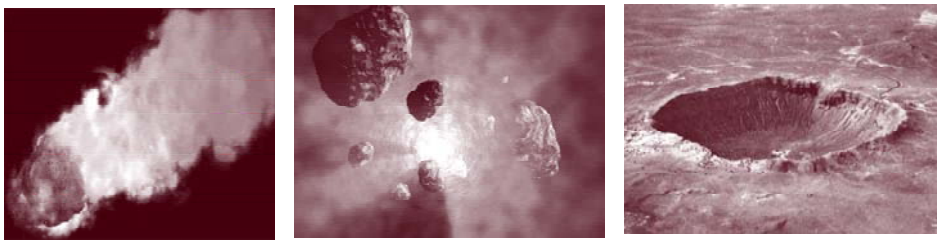
Lintasan pergerakan asteroid dalam mengelilingi matahari berbentuk lingkaran, tetapi kadang juga beberapa asteroid mempunyai lintasan pergerakan yang lonjong. Letak lintasan/orbit asteroid dekat dengan ekliptika. Pada dasarnya asteroid tidak mempunyai angkasa. Asteroid terbesar adalah **Ceres** dengan diameter 750 kilometer.

Asteroid bergerak mengelilingi matahari mempunyai kala revolusi rata-rata 4 sampai 6 bulan. Ada sebuah asteroid yang berorbit lonjong dan pernah mendekat ke laut bumi, yaitu asteroid **Icarus**. Sebagian besar asteroid terkumpul atau berkerumun di orbit Mars dan Jupiter. Sekumpulan asteroid ini disebut **sabuk asteroid**. Sebanyak 23 asteroid mempunyai orbit yang memotong bumi yang disebut **asteroid Apollo**, 75 asteroid memotong orbit Mars dan 16 asteroid dinamakan **Trojan** karena mengikuti Jupiter dalam orbitnya.

## G. Meteor dan Meteorit

Komet yang terpecah-pecah membentuk meteor, pecahannya bisa mencapai jutaan. Kelompok meteor dari pecahan komet ini beredar mengikuti orbit yang tetap di angkasa. Pada umumnya meteor berukuran sangat kecil. Massa partikel-partikel meteor kurang dari 1 gram. Tetapi ada juga meteor dengan berat beberapa ton.

Sebelum mencapai permukaan bumi meteor bergesekan dengan angkasa bumi atau atmosfer sehingga menghasilkan panas yang akan membakar habis benda itu. Peristiwa itu yang sering kita kenal **bintang beralih**, **bintang jatuh** atau **meteor.**



*(a)* *(b)* *(c)*

**Gambar 14.8** *Meteor (a), meteorit (b), kawah meteorit dekat Winslow, Arizona (c)*
**Sumber:** *politricks.myninjaplease.com, www.uniovi*

Pada umumnya meteor hancur karena suhu panas pada saat mencapai atmosfer bumi. Meskipun jarang terjadi tetapi ada pula meteor yang mencapai permukaan bumi. Jika ada meteor yang mencapai permukaan bumi pastilah ukurannya besar. Meteor yang mencapai permukaan bumi itulah yang dinamakan meteorit. Contohnya seperti kawah Arizona yang diakibatkan jatuhnya meteor, tepatnya di Winslow, Arizona dan Kawah Deep Bay di Saskatchewan, Kanada yang berdiameter ± 12 km.

Meteorit terdiri atas dua jenis yaitu:

1. Meteorit logam (metalik)
   Meteorit ini terdiri atas nikel.
2. Meteorit batu-batuan
   Meteorit ini terdiri atas mineral dan menyerupai batuan beku.

## Rangkuman

1. Teori geosentris: teori yang beranggapan bahwa bumi sebagai pusat peredaran tata surya.
2. Teori heliosentris: teori yang beranggapan bahwa matahari sebagai pusat tata surya.
3. Tata surya: susunan benda-benda langit yang terdiri atas matahari, planet, asteroid, meteor, meteorit dengan matahari sebagai pusatnya.
4. Gaya gravitasi $F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$
5. Hukum gerak planet terhadap matahari yang dikemukakan oleh Johannes Kepler:

a. Pergerakan planet mengedari matahari dengan lintasan elips.
b. Garis yang menghubungkan planet dengan matahari melewati bidang yang sama luasnya dengan jangka waktu yang sama.
c. Pangkat tiga jarak rata-rata dari matahari berbanding lurus dengan kuadrat kala revolusi sebuah planet.

$$R^3 \square T^2$$

6. Planet: objek langit yang mengitari matahari yang memiliki bidang orbit eksklusif, bersih dari objek lain di sekitarnya.
7. Komet: rangkaian cahaya yang bergerak dari satu konstelasi ke konstelasi lain di antara bintang-bintang.
8. Asteroid: benda-benda langit kecil yang mengelilingi matahari.

## Refleksi

Setelah kalian pelajari matari tentang tata surya, untuk bahan refleksi, sebutkan beberapa alasan mengapa Pluto dikeluarkan dari anggota tata surya!

Bacalah kembali materi bab ini, jika kalian merasa kurang paham, pelajari lagi atau bertanyalah kepada guru kalian dan lanjutkan ke bab berikutnya jika kalian sudah menguasai materi ini.

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!**

1. Teori yang menyebutkan bahwa bumi beredar mengelilingi matahari adalah . . . .
   a. geosentris
   b. heliosentris
   c. geosinkron
   d. perihelium
2. Di bawah ini yang **bukan** merupakan gerakan bulan adalah . . . .
   a. rotasi
   b. revolusi
   c. mengelilingi matahari
   d. mengelilingi bumi
3. Berikut ini rumus yang benar dari gaya gravitasi adalah . . . .
   a. $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$
   b. $F = G\frac{r^2}{m_1 m_2}$
   c. $G = F\frac{r^2}{m_1 m_2}$
   d. $G = F\frac{m_1 m_2}{r^2}$
4. Peristiwa di bawah ini yang **bukan** merupakan peristiwa gravitasi bumi adalah . . . .
   a. penerjun payung
   b. buah kelapa jatuh
   c. bola menggelinding
   d. peluru yang ditembakkan ke atas
5. Di bawah ini satuan yang benar dari gaya berat suatu benda adalah . . . .
   a. $m/s^2$
   b. N m
   c. N
   d. kg m/s
6. Titik terjauh planet terhadap matahari dalam hukum Kepler II disebut . . . .
   a. perihelium
   b. aphelium
   c. orbital
   d. elips
7. Yang benar dari hukum Kepler III adalah . . . .
   a. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$
   b. $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$
   c. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3}$
   d. $\frac{T_1^2}{R_2^3} = \frac{T_2^3}{R_1^3}$

8. Yang **bukan** merupakan planet dalam adalah . . . .
   a. Bumi
   b. Merkurius
   c. Venus
   d. Jupiter
9. Satelit yang dimiliki oleh planet Mars dan Neptunus adalah . . . .
   a. 1 satelit
   b. 2 satelit
   c. 5 satelit
   d. 6 satelit
10. Benda-benda di langit yang jumlahnya ratusan ribu dan beredar mengelilingi matahari disebut . . . .
   a. komet
   b. asteroid
   c. meteor
   d. meteorit

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!

1. Apakah tata surya itu? Jelaskan dan sebutkan anggotanya!
2. Jelaskan kata-kata di bawah ini:
   a. Teori Geosentris!
   b. Teori Heliosentris!
3. Apakah asteroid itu?
4. Jelaskan pergerakan komet dan sebutkan berbagai gas yang berada di dalamnya!
5. Sebutkan macam-macam meteorit!

**Proyek**

Carilah informasi tentang planet-planet yang tergolong dwarf planet dari majalah, koran. televisi atau internet, kemudian buatlah ringkasan dalam bentuk multimedia untuk dipresentasikan di depan kelas.

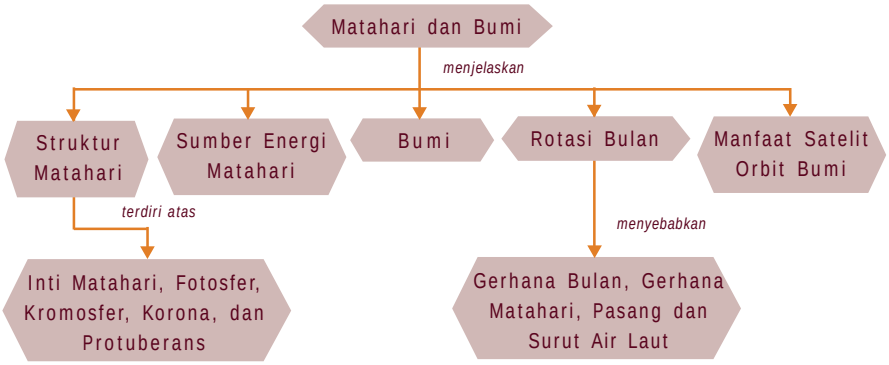
# Bab 15

# Matahari dan Bumi

Kita hidup di bumi tak lepas dari peranan matahari. Matahari merupakan sumber energi terbesar di bumi. Tanpa matahari mungkin tidak pernah ada kehidupan di muka bumi ini. Yang menjadi pertanyaan adalah apa matahari itu sebenarnya sehingga menjadi sumber energi dalam kehidupan di bumi serta bagaimana peredaran bumi, bulan dan satelit terhadap matahari dan pengaruh interaksinya terhadap kehidupan di bumi? Untuk menjawab pertanyaan ini perlu kita bicarakan dan diskusikan bersama dalam bab selanjutnya.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.




## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Matahari
- Bumi
- Revolusi
- Rotasi
- Bulan
- Satelit

## A. Struktur Matahari

Matahari adalah pusat tata surya kita. Matahari merupakan sebuah bintang yang ukurannya tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan bintang-bintang yang lain misalnya bintang netron, dan bajang putih (*white dwarf*). Mengapa matahari kelihatan lebih besar dan lebih terang dibandingkan dengan bintang-bintang yang lain yang ada di langit? Tentu saja karena letaknya dekat dengan bumi.

Letak matahari dari bumi kira-kira 149.600.000 km atau 1,49 x $10^8$ km, ini disebut **satuan astronomi (AU)**. Bintang yang terdekat berikutnya adalah **Alpha Centauri**, jauhnya lebih dari 4 x $10^{13}$ km. Ahli astronomi modern telah paham bahwa matahari kita hanya salah satu bintang dari kira-kira 100 milyar bintang yang ada dalam galaksi Bimasakti.

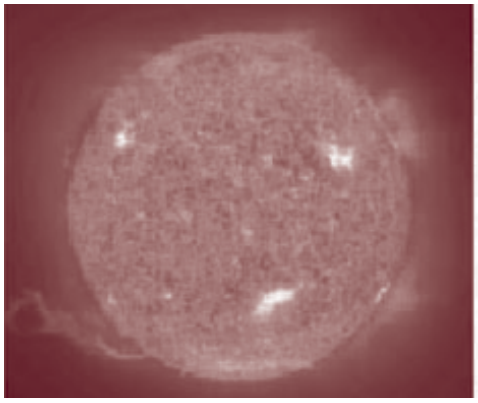
Secara fisis matahari mempunyai sifat seperti dalam tabel. Pada tabel, menunjukkan bahwa massa matahari sebesar 333.000 $M_\oplus$. Sedangkan jari-jarinya 6,96 x $10^8$ m atau sekitar 109 $R_\oplus$ dan mempunyai temperatur efektif di permukaan sekitar 5770 K. Namun temperatur dan tekanan di pusat (inti) tentunya sangat besar untuk mendukung beratnya, mengapa? Temperatur pusat matahari 1,6 x 107 K dengan luminositasnya (energi yang diradiasikan) sekitar 3,86 x $10^{26}$ watt.

**Tabel Sifat Matahari**

| | |
|---|---|
| Massa | 1,99 x 1030 kg |
| Jari-jari | 6,96 x 108 m |
| Kerapatan rata-rata | 1410 kg/$m^3$ |
| Gravitasi di permukaan | 2,74 x 102 m/$s^2$ |
| Temperatur | 5770 K |
| Luminositas | 3,86 x 1026 W |
| Medan magnet: | |
| Bintik hitam | 0,3 T |
| Global | 0,0001 T |
| Periode rotasi | 26-35 hari |

## Info **MEDIA**

*Bimasakti atau Milky Way adalah galaksi tempat sistem tata surya kita berada. Galaksi ini memiliki sekitar 100 miliar bintang, termasuk matahari. Selain bintang, Bimasakti juga tersusun atas awan gas dan debu, baik yang berwarna gelap maupun berwarna cemerlang. Para ahli astronomi memperkirakan massa total Bimasakti sekitar 200 miliar kali dari massa matahari.*



**Gambar 15.1** *Matahari*
**Sumber:** *www.bnsc.gov.uk*

Dengan jarak matahari-bumi 1 AU dan berdasarkan hukum berbanding terbalik kuadrat jarak, kalian bisa memperkirakan berapa watt energi yang jatuh di permukaan bumi? Dengan perhitungan secara teoritis tentunya akan berbeda dengan empiris. Perbedaan ini dapat digunakan untuk menafsirkan unsur-unsur yang ada pada atmosfer bumi. Kerapatan rata-rata matahari adalah 1410 kg/m$^3$, nilai ini konsisten dengan komposisi matahari yang sebagian besar merupakan gas hidrogen 71% dan helium 27,1%. Namun kalian bisa membayangkan keberadaan gas hidrogen dan helium pada temperatur yang tinggi, sehingga menimbulkan suatu pertanyaan yaitu, apakah bentuk gas hidrogen dan helium sama seperti yang ada di permukaan bumi atau yang pernah kalian jumpai? Untuk menjawab ini tentu kalian berfikir bahwa suatu zat bila dipanaskan akan mengubah wujud, dalam hal ini gas hidrogen dan helium dalam bentuk terionisasi yang disebut plasma.

Oleh karena massa bumi yang sangat besar maka matahari mempunyai suatu tarikan gravitasi 2,74 x 102 m/s$^2$ atau sebesar 28 kali lebih kuat daripada tarikan gravitasi bumi, lihat persamaan gaya gravitasi. Besarnya medan magnet pada saat terjadinya bintik hitam atau sunspot akan lebih besar yaitu 0,03 T dan temperatur permukaan turun sekitar 4000° K daripada keadaan normal. Periode rotasi rata-rata 25,4 hari dan bervariasi dari 34,4 hari di kutub dan 25,1 hari equator matahari. Periode rotasi yang tidak sama ini menunjukkan struktur matahari tidak dalam bentuk benda tegar padat tetapi dalam bentuk fluida.

Matahari dengan massa dan volume yang sangat besar terdiri atas beberapa lapisan:

## 1. Inti Matahari

Inti matahari adalah bagian paling tengah dari matahari dengan jari-jarinya sekitar $\frac{1}{4}$ jari-jari matahari dan suhunya 1,6 x $10^7$ K. Pada bagian inilah terjadinya reaksi inti yang merupakan sumber energi pancaran matahari. Reaksi inti yang terjadi adalah reaksi fusi. **Reaksi fusi** adalah reaksi penggabungan inti atom hidrogen menjadi inti atom helium yang menghasilkan energi.

## 2. Fotosfer

Lapisan fotosfer menyelubungi matahari dengan ketebalan lapisan 330 km dan suhu rata-rata 5.700 K. Lapisan fotosfer ini tampak oleh mata kita berwarna kuning. Pada lapisan ini terdapat butiran-butiran gelap terang yang formasinya tidak merata.

## 3. Kromosfer

Kromosfer disebut juga bola warna. Lapisan ini menjulang sejauh 2000 km di atas permukaan matahari. Suhu rata-rata pada lapisan ini diperkirakan 4.273 K.

## 4. Korona

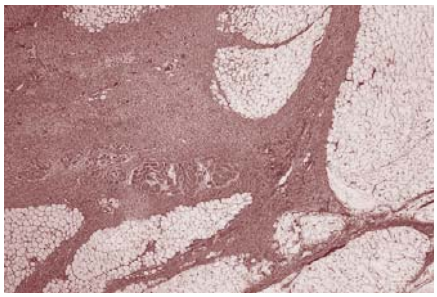
Korona disebut juga "**mahkota**" matahari, karena berbentuk lingkaran cahaya putih yang indah yang panjangnya berjuta-juta kilometer ke arah ruang angkasa. Suhu korona dapat mencapai 2 x $10^6$ K dengan gas pada daerah korona sangat tipis. Tebal lapisan korona matahari mencapai 2,5 x $10^6$ km. Untuk mengamati korona dapat menggunakan teleskop khusus yang disebut **koronagraf**.

### Info **MEDIA**

Walaupun matahari berada 149 juta km dari bumi, sinarnya masih cukup terang untuk merusak mata secara permanen. Matahari tidak boleh dilihat secara langsung dan tentunya tidak melalui teleskop atau teropong. Galileo menjadi buta karena memandang matahari.

## 5. Protuberans

Protuberans merupakan pita-pita yang sangat besar dan panjang dari gas yang menyala dan kadang-kadang mencapai ketinggian beratus-ratus kilometer memasuki daerah korona.



**Gambar 15.2** *Protuberans*
**Sumber:** *www.bweems.comb*

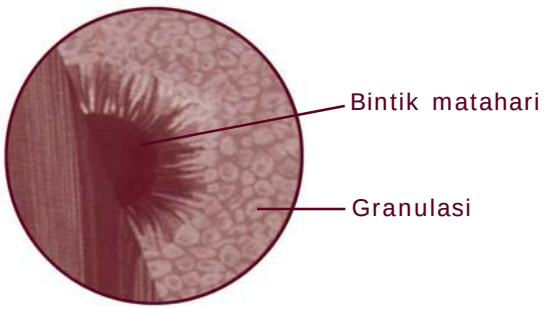
Di samping bagian-bagian matahari yang telah dijelaskan di atas, pada matahari terdapat juga noda-noda atau gangguan-gangguan pada matahari. Adapun noda-noda matahari antara lain:

### *a. Gumpalan pada atmosfer*

Lapisan fotosfer tampak tidak licin tapi berupa gumpalan-gumpalan. Hal ini disebabkan adanya aliran gas panas yang mengumpul dari dalam.

### *b. Bintik-bintik hitam matahari*

Gejala bintik-bintik matahari dapat diamati dengan jelas jika menggunakan teropong. Bintik-bintik matahari ada yang berumur beberapa menit dan ada yang berumur berpuluh-puluh hari.




**Gambar 15.3** *Bintik matahari*
**Sumber:** *Kamus Visual*

Bintik-bintik hitam matahari berwarna sangat gelap disebut **umbra** yang dikelilingi oleh bagian yang agak terang disebut **penumbra**. Bintik-bintik hitam menyebabkan temperatur permukaan turun sekitar 4.000 K. Hal ini disebabkan karena terhalangnya aliran gas dari dalam inti matahari, gangguan magnetik pada matahari. Diameter bintik matahari mencapai 8 x $10^5$ km.

### c. *Lidah api*

Lidah api adalah fenomena pada matahari yang keluar dari permukaan fotosfer. Tingginya dapat mencapai ribuan kilometer dan memancar ke segala arah lihat Gambar 15.1!

## Tugas 15.1

Diskusikan dengan teman kalian!

1. Mengapa bisa terjadi juluran lidah api?
2. Mengapa pada saat terjadinya bintik-bintik hitam dapat mengganggu saluran komunikasi yang ada di bumi?

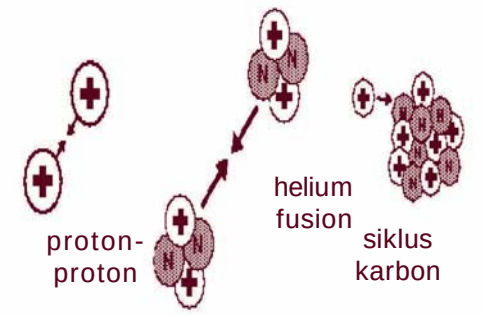
### d. *Prominensa*

Prominensa terjadi pada permukaan kromosfer bagian tepi. Prominensa merupakan gas panas yang terlepas dengan dahsyat dari permukaan matahari yang menyerupai lidah api besar dan bentuknya melengkung. Lengkungan ini dapat mencapai ribuan kilometer.



**Gambar 15.4** *Prominensa*
**Sumber:** *www.leoniko.or.id*

## B. Sumber Energi Matahari




**Gambar 15.5** *Reaksi fusi*

Pada tahun 1850-an ahli fisika Jerman, **Herman Von Helmholtz** mengusulkan bahwa energi cahaya dan panas matahari itu datang dari kontraksi atau penciutan matahari. Menurut teori ini, energi yang dilepaskan sebagai akibat adanya perbedaan gaya gravitasi matahari dan tekanan gas matahari ke dalam suatu volume yang semakin lama semakin kecil. Helmholtz memperhitungkan bahwa suatu pengurangan pada diameter matahari yang hanya 85 m per tahun akan mempertahankan tingkat keluaran energi matahari selama $25 \times 10^6$ tahun mulai dari waktu asal mula matahari.

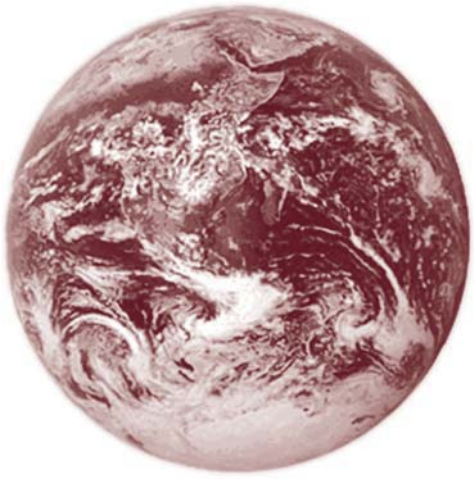
Teori penciptaan Helmholtz tidak bahwa bertahan lama. Kemudian muncul suatu gagasan baru yaitu sumber energi matahari adalah hasil reaksi fusi baik fusi proton-proton atau fusi helium dan reaksi siklus karbon berdasarkan umur bintang.

Reaksi ini merupakan reaksi inti yang menghasilkan bahan bakar matahari dan bintang yang lain dengan temperatur ini mencapai 15 juta K dan menghasilkan energi sekitar 25 MeV.

## C. Bumi

Bumi merupakan salah satu dari planet dalam sistem tata surya yang merupakan tempat kita hidup dan bisa untuk cerminan ilmiah di dalam mempelajari jagad raya.

## 1. Bentuk Bumi



**Gambar 15.6** *Bumi*
**Sumber:** *Ensiklopedi Geografi*

Bentuk bumi kita adalah bulat pepat. Ini disebabkan rotasi planet bumi yang dapat mengubah bentuk bumi dan mengidentifikasikan komposisi bumi bukan merupakan bentuk benda tegar melainkan bentuk fluida yang agak plastis. Sehingga menjadikan sebuah bentuk yang seimbang dengan kekuatan rotasi dan gravitasi.

Diameter bumi dari kutub ke kutub adalah 12.700 km dan diameter di sepanjang ekuator 12.750 km, sehingga ada perbedaan sekitar 50 km. Untuk menentukan tingkat kepipihan (*oblate*), *e*, dapat ditentukan dengan persamaan:

$$e = \frac{r_e - r_p}{r_e}$$

Dengan $r_e$ adalah jari-jari di equator dan $r_p$ adalah jari-jari di kutub.

## 2. Dimensi Bumi

Bumi mempunyai massa dan volume. Menurut taksiran para ahli, massa bumi adalah $5{,}98 \times 10^{24}$ kg atau $5{,}98 \times 10^{27}$ gram. Kerapatan rata-rata bumi ditentukan dengan membandingkan antara massa bumi dan volume. Sedangkan bumi sendiri memiliki volume $1{,}083 \times 10^{27}$ $cm^3$.

Jadi, kerapatan bumi:

$$\rho = \frac{5{,}8 \;\; 10^{27} \text{ gram}}{1{,}083 \;\; 10^{27} \text{ cm}^3}$$

$$= 5{,}5 \text{ gram/cm}^3$$

Angka 5,5 adalah sebagai angka kerapatan rata-rata bumi.

## Kegiatan

Bumi kita adalah yang terpadat di antara planet yang lain. Jelaskan pendapat kalian! Diskusikan dengan teman kalian!

Di samping massa dan kerapatan bumi, bumi memiliki gaya gravitasi dan gaya magnet. Pada abad XVII **Sir Isaac Newton** memperjelas pengertian tentang gravitasi pada saat ia merumuskan hukum gravitasinya yang terkenal, lihat Bab 14. Istilah gravitasi, tepatnya gravitasi bumi diterapkan pada kekuatan gravitasi yang dilakukan oleh bumi. Masalah gravitasi akan dijelaskan lebih jauh pada bab berikutnya.

**Gaya magnet (magnetisme)** adalah kekuatan suatu benda untuk menarik benda lain. Hukum magnet menyatakan bahwa kutub-kutub yang sama akan tolak menolak dan kutub-kutub yang berbeda akan tarik menarik. Sebuah magnet mempunyai dua kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Mengapa bumi mempunyai gaya magnet? Pada tahun 1600, **Sir William Gilbert**, seorang ahli fisika Inggris, mengajukan gagasan bahwa bumi itu bertingkah laku seperti magnet raksasa, yang berkutub utara dan berkutub selatan. Gagasan ini sekarang diterima secara luas.

Bila kalian menggunakan sebuah kompas, jarum akan menunjukkan sepanjang garis kekuatan yang melingkar dari kutub magnet yang satu ke kutub yang lain yang disebut **garis gaya**. Di mana kutub-kutub magnet tidak bersesuaian secara tepat dengan kutub-kutub geografi yaitu membentuk penyimpangan.

### 3. Bagian Bumi

Bumi terdiri atas tiga bagian yaitu udara, air, dan bagian padat yang berlapis yang terdiri atas atmosfer, hidrosfer, dan litosfer.

### a. *Atmosfer*

Kita bernapas membutuhkan oksigen, oksigen yang kita ambil berasal dari atmosfer bumi. Udara yang mengelilingi bumi terdiri atas 78 % nitrogen, 21 % oksigen, dan 1 % gas lain termasuk di dalamnya uap air dan karbon dioksida.

Bagian-bagian atmosfer:

*1) Troposfer*

Lapisan ini berkaitan dengan cuaca, karena pada troposfer terjadi perubahan suhu, tekanan, dan kadar uap air. Pada batas luar troposfer terdapat zona pemisah antara troposfer dengan stratosfer selanjutnya yang disebut **tropopause**. Semakin ke atas temperatur dalam troposfer menurun secara tetap sampai pada ketinggian tropopause yaitu 15 km.

*2) Stratosfer*

Panjang lapisan stratosfer adalah 15 km sampai 40 km di atas permukaan bumi. Inilah zona di mana aliran udara kuat dan bergerak cepat, yang dapat mencapai kecepatan 400 km per jam. Temperatur di lapisan stratosfer naik dari tingkat bawah –60° C pada ketinggian 15 km sampai ke tingkat atas 0° C pada ketinggian 40 km. Pada lapisan stratosfer terdapat lapisan ozon ($O_3$).

**Info MEDIA**

Sejak terbentuknya bumi, kandungan kimiawi atmosfer telah berevolusi. Karbon dioksida menurun secara signifikan antara 4.500 dan 3.000 juta tahun yang lalu. Kenaikan nitrogen mengalami hal yang serupa. Tingkat oksigen mulai naik pada saat yang bersamaan karena fotosintesis tumbuhan primitif yang menggunakan $CO_2$ dan mengeluarkan oksigen.

## Tugas 15.2

1. Pernahkah kalian mendengar adanya lubang pada lapisan ozon?
2. Apa fungsi lapisan ozon terhadap kehidupan kita?
3. Apa penyebab terjadinya lubang ozon dan apa akibatnya terhadap kehidupan manusia di bumi?

*3) Mesosfer*

Tebal lapisan ini adalah 40 km sampai sekitar 70 km di atas permukaan planet kita. Suhu pada lapisan mesosfer dari 0° C pada ketinggian 40 km sampai tingkat bawah –90° C pada ketinggian sekitar 75 sampai 80 km ke atas.

*4) Termosfer*

Termosfer adalah lapisan dengan daerah yang meluas dari 70 km sampai 400 km di atas bumi. Pada daerah ini udaranya sudah menipis. Lapisan termosfer ini sering disebut **lapisan ionosfer**, karena terbuka oleh radiasi dari ruang angkasa dan matahari. Temperatur di lapisan ini naik seiring dengan ketinggian sampai pada level 1500 K – 2000 K. Banyak molekul dan atom-atom yang terionisasi. Namun demikian selalu terjadinya suatu keseimbangan dikarenakan adanya elektron bebas yang dengan cepatnya merekombinasi kembali dengan ion-ion tersebut.



## Tugas 15.3

Jelaskan, mengapa pada lapisan termosfer banyak molekul-molekul yang terionisasi! Diskusikan dengan teman kalian!

*5) Eksosfer*

Lapisan eksosfer ini berada pada ketinggian 400 km atau lebih. Lapisan ini adalah lapisan luar dari atmosfer.

### *b. Hidrosfer*

Bumi diperkirakan adalah satu-satunya planet yang mengandung air. Sekitar tiga per empat permukaan bumi terdiri dari perairan. Hampir 96% berat air bumi tersusun dari hidrogen dan oksigen. Di samping itu natrium, klorin dan banyak unsur lain juga ditemukan di perairan samudra.

Tumbuh-tumbuhan dan berbagai hewan yang ditemukan di laut merupakan sumber yang sangat besar nilainya, yang memberi orang makanan, pupuk,

dan bahan-bahan lainnya. Lautan atau samudra mengandung banyak sekali mineral yang bernilai tinggi seperti garam dapur (NaCl), magnesium, emas, uranium, tembaga, dan sebagainya.

### *c. Litosfer*

Lapisan litosfer merupakan lapisan paling atas dari bumi, terdiri atas berbagai jenis batuan antara lain batuan gunung berapi, batuan endapan dan batuan metamorfik, serta tanah. Lapisan litosfer ini akan dijelaskan lebih jauh pada Bab 16.

## 4. Gerak Bumi

### *a. Rotasi bumi*

Bumi dalam mengitari matahari mengalami rotasi dan revolusi. Periode rotasi sekitar 23 jam 56 menit 4,09 detik atau sekitar 24 jam.

Akibat daripada rotasi bumi, maka bumi mengalami gerak semu terhadap matahari. Sekali bumi berotasi (satu periode rotasi), semua tempat di bumi telah menjalani perputaran 360° bujur, dengan rotasi ditempuh 24 jam. Berarti setiap derajat bujur ditempuh dalam waktu 24 x 60 menit: 360 = 4 menit. Dengan demikian perbedaan waktu antara dua tempat yang berbeda bujurnya 15° adalah 15 x 4 menit = 60 menit = 1 jam. Oleh karena itu, perbedaan waktu antara dua daerah waktu yang berdampingan tersebut adalah 1 jam.

Bumi dibagi dalam wilayah **meridian** yaitu garis lingkar yang melewati kutub utara dan selatan. Tempat-tempat yang terletak pada garis meridian yang sama mempunyai waktu yang sama. Sebagai waktu pangkal ditetapkan waktu yang berlaku untuk meridian yang melewati Greenwich (Inggris) dan ditetapkan sebagai bujur 0°. Waktu pangkal ini dinamakan **waktu Greenwich** atau **Greenwich Mean Time (GMT)**.

Setiap garis bujur 15° atau kelipatan 15° di sebelah timur atau sebelah barat bujur 0° ditetapkan sebagai bujur standar. Waktu pada bujur standar disebut **waktu standar** atau **waktu lokal**. Indonesia

mempunyai tiga bujur standar yaitu 105°, 120°, dan 135° BT. Jika letak bujur standar di sebelah barat bujur 0°, waktunya dikurangi. Jika letaknya di sebelah timur 0° waktunya ditambah. Berarti, waktu lokal 105° BT adalah GMT + $\frac{105}{15}$ x 1 jam = GMT + 7 jam. Waktu lokal 120° BT adalah GMT + $\frac{120}{15}$ x 1 jam = GMT + 8 jam. Waktu lokal 135° BT adalah GMT + $\frac{135}{15}$ x 1 jam = GMT + 9 jam. Setiap daerah waktu kira-kira meliputi wilayah 7,5° di sebelah barat dan di sebelah timur suatu bujur standar.

Rotasi bumi mengakibatkan wilayah Indonesia terbagi menjadi 3 daerah waktu:

1) Waktu Indonesia Bagian Barat dengan bujur standar 105° BT yang meliputi Sumatera, Jawa, Madura, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah.
2) Waktu Indonesia Bagian Tengah dengan bujur standar 120° BT yang meliputi Sulawesi, Bali, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.
3) Waktu Indonesia Bagian Timur dengan bujur standar 135° BT yang meliputi kepulauan Maluku dan Papua.

Bujur 180° telah ditetapkan sebagai batas Penanggalan Internasional (*International Date Line*). Artinya, tanggal di belahan bumi timur (dari 0° sampai 180° BT) lebih dahulu 1 hari daripada tanggal di belahan bumi Barat (dari 0° sampai 180° BB). Letak batas Penanggalan Internasional berada di Samudra Pasifik.

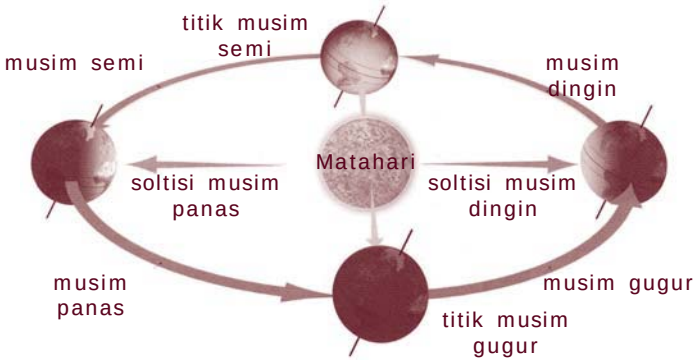
Rotasi bumi juga mengakibatkan peristiwa lain seperti penggembungan bumi pada khatulistiwa dan pemepatan bumi pada kutub-kutubnya serta mengakibatkan angin pasat dan angin barat.

### *b. Revolusi bumi*

Di samping berotasi bumi mengalami revolusi. Selama berevolusi sumbu miring 23,5° dari garis tegak lurus pada ekliptika. Revolusi yang demikian

mengakibatkan pergantian musim dan perubahan lamanya siang dan malam. Kedudukan matahari yang paling utara dicapai pada tanggal 21 Juni, yaitu pada garis 23,5° lintang utara. Garis 23,5° lintang utara disebut **garis balik utara** karena setelah tiba di garis ini matahari terlihat balik ke selatan.

Pada tanggal 23 September kutub utara dan kutub selatan bumi berada sama jauhnya dari matahari yang berada pada khatulistiwa. Kedudukan matahari yang paling selatan dicapai pada tanggal 22 Desember, yaitu pada garis 23,5° lintang selatan, garis ini disebut **garis balik selatan**, karena setelah tiba di garis ini matahari balik ke utara. Pada tanggal 21 Maret matahari berada di khatulistiwa lagi, hanya letak bumi berseberangan orbitnya dengan kedudukan pada 23 September.




**Gambar 15.7** *Musim-musim dalam setahun*
**Sumber:** *Kamus Visual*

Dari gambar di atas dapat disimpulkan:

*1) Tanggal 21 Maret sampai 21 Juni*

Belahan bumi utara mengalami musim semi sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim gugur. Di belahan bumi utara siang hari lebih panjang daripada malam hari, sedangkan di belahan bumi selatan siang hari lebih pendek daripada malam hari.

*2) Tanggal 23 September sampai 22 Desember*

Belahan bumi utara mengalami musim gugur, sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim semi. Belahan bumi utara mengalami siang yang

makin pendek daripada malam hari, sedangkan belahan bumi selatan mengalami siang yang makin panjang daripada malam hari.

*3) Tanggal 22 Desember sampai 21 Maret*

Belahan bumi utara mengalami musim dingin sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim panas. Belahan bumi utara menjalani siang yang makin panjang, walaupun masih tetap lebih pendek daripada malam hari. Belahan bumi selatan mengalami siang yang makin pendek, tetapi masih lebih panjang daripada malam hari.

**Catatan**

*Bagian bumi yang terletak antara 23,5° lintang utara dan 23,5° lintang selatan tidak mengalami pergantian empat musim tersebut.*

Akibat lain dari adanya revolusi bumi adalah terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan.



## D. Rotasi Bulan

Rotasi bulan adalah perputaran bulan pada porosnya. Periode rotasi bulan sama dengan periode revolusi bumi. Sekali putaran bulan menempuh waktu 24 jam sedangkan untuk mengedari bumi, bulan membutuhkan waktu 27,3 hari.

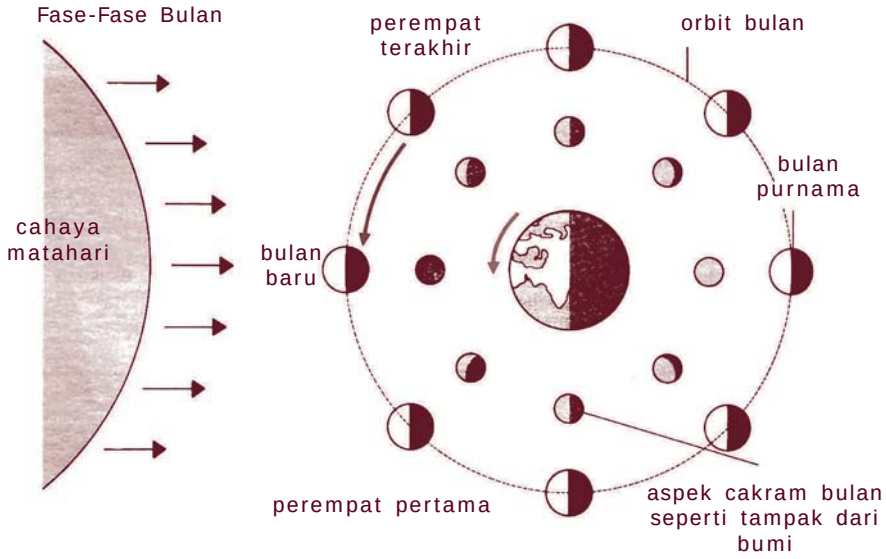
### Fase Bulan

Mengapa bentuk bulan selalu berubah jika dilihat dari bumi? Perubahan fase bulan dikarenakan selama bulan bergerak mengelilingi bumi dalam waktu satu bulan akan mempunyai sudut antara matahari, bulan, dan bumi yang selalu berubah.

Pada saat bulan berada di antara bumi dan matahari, sisi bulan yang menghadap bumi akan gelap karena bulan lebih dekat ke matahari. Fase itu disebut **bulan baru**. Bagaimana jika bulan disebut **kuartir awal**?

Bulan di kuartir awal tampak seperti setengah cakram karena separuh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Mula-mula bulan tampak sabit tetapi lama kelamaan makin besar sampai setengah cakram yang sebenarnya $\frac{1}{4}$ dari seluruh bola bulan.

Dari kuartir awal bulan menuju ke kuartir kedua yang sering kita sebut **bulan purnama**. Pada fase ini bulan bersinar paling terang karena seluruh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Setelah bulan purnama atau fase bulan kuartir kedua, menuju ke **kuartir ketiga**. Di mana pada fase ini bentuk bulan sama dengan bentuknya pada kuartir pertama, tetapi yang kelihatan setengah cakram bagian bulan yang sebelahnya menghadap ke bumi.




**Gambar 15.8** *Fase-fase bulan*
**Sumber:** *MoonPhasesrukyatulhilal.or*

Dari kuartir ketiga bulan kembali baru. Pada fase ini bulan mengecil atau mati sehingga sering dikenal dengan bulan mati. Setelah bulan baru terbentuk, fase bulan akan kembali berulang.

Ada dua jenis bulan yang diakui oleh para ahli astronomi:

1. Bulan Sinodis
   Fase bulan baru 29,5 hari bulan baru (berikutnya)
2. Bulan Sideris
   Periode orbit bulan sideris 27,5 hari. Di mana periode bulan sideris hampir dua hari lebih pendek daripada bulan sinodis.



## E. Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari

Gerhana bulan terjadi pada saat bumi terletak antara bulan dan matahari. Di mana matahari - bumi-bulan terletak pada satu garis lurus. Pada saat itu bulan tidak mendapat cahaya matahari karena terhalang oleh bumi. Sedangkan gerhana matahari terjadi apabila matahari - bulan - bumi terletak pada satu garis lurus. Bulan akan menutupi matahari selama gerhana matahari berlangsung.

Pada saat gerhana bulan dan gerhana matahari akan membentuk dua bayangan.

### 1. Umbra

Umbra adalah bayangan yang dibentuk oleh bumi dan atau bulan berbentuk kerucut. Umbra merupakan ruang gelap yang tidak terkena cahaya sama sekali.

### 2. Penumbra

Penumbra adalah bayang-bayang kabur yang berada di sekitar umbra. Penumbra merupakan daerah agak kabur karena masih terkena sedikit cahaya.

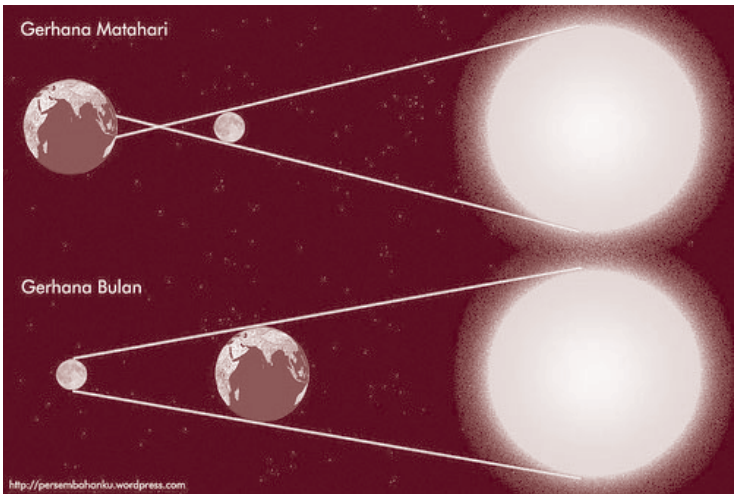
Pada gerhana bulan atau syarat terjadi gerhana apabila bulan berada pada bulan purnama di dekat salah satu simpul orbitnya. Ketika bulan masuk ke dalam kerucut bayang-bayang gelap umbra, bulan

## Info **MEDIA**

Melihat secara langsung ke fotosfer matahari (bagian cincin terang dari matahari) walaupun hanya dalam beberapa detik dapat mengakibatkan kerusakan permanen retina mata karena radiasi tinggi yang tidak terlihat yang dipancarkan dari fotosfer. Kerusakan yang ditimbulkan dapat mengakibatkan kebutaan. Mengamati gerhana matahari membutuhkan pelindung mata khusus atau dengan menggunakan metode melihat secara tidak langsung. Kaca mata sunglasses tidak aman untuk digunakan karena tidak menyaring radiasi inframerah yang dapat merusak retina mata.

berada jauh lebih dekat ke dasar kerucut daripada ke ujung kerucut. Gerhana bulan dimulai ketika bulan memasuki penumbra dan berakhir ketika bulan meninggalkan penumbra.

Gerhana bulan tidak akan terjadi jika bidang edar bulan berimpit dengan bidang edar bumi. Akan tetapi bidang edar bulan membentuk sudut 5° terhadap bidang edar bumi sehingga dalam peredarannya mengelilingi bumi, bulan memotong garis edar bumi sebanyak 2 kali. Pada saat demikian bulan dan bumi berada dalam satu bidang. Ketika bulan purnama masuk ke dalam bayang-bayang bumi maka terjadilah gerhana bulan.




**Gambar 15.9** *Gerhana matahari dan gerhana bulan*
**Sumber:** *adiwidagdo.blogsome.com*

Suatu gerhana matahari dapat terjadi hanya, (1) ketika bulan berada pada bulan baru dan (2) ketika bulan berada di dekat salah satu simpul orbitnya. Terdapat tiga jenis gerhana matahari.

1. Gerhana matahari total
2. Gerhana matahari cincin
3. Gerhana matahari sebagian

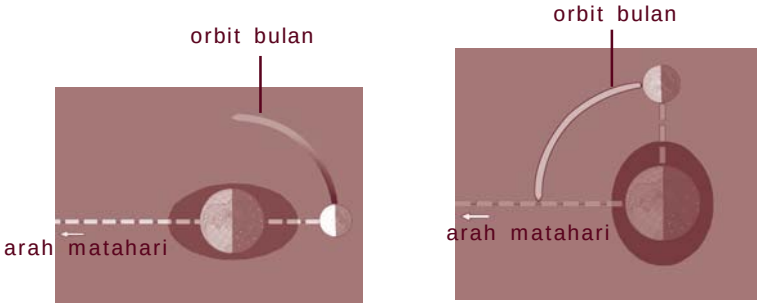
## F. Pasang dan Surut Air Laut

### Info MEDIA

Pasang surut dapat dimanfaatkan untuk pengairan sawah (sawah pasang surut), menggerakkan pembangkit listrik dan pembuatan garam oleh nelayan.

Pasangnya air laut dipengaruhi oleh gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Tetapi pasang terutama disebabkan oleh gaya gravitasi bulan karena jarak antara bumi dengan bulan jauh lebih dekat daripada jarak antara bumi dengan matahari. Jika antara gravitasi bulan dan gravitasi matahari bekerja dalam arah yang sama akan terjadi pasang yang sangat besar.

Untuk setiap kali bulan melintasi meridian, akan terjadi dua pasang yang utama karena pengaruh gravitasi bulan. Dalam satu bulan terdapat dua pasang purnama, Gambar 15.11a dan dua pasang perbani, lihat Gambar 15.11b. Di mana pasang purnama ditandai dengan pasang terbesar dan pasang perbani ditandai dengan pasang terkecil.




pasang purnama (a) pasang perbani (b)

**Gambar 15.10** *a) Pasang purnama, b) Pasang perbani*
**Sumber:** *tides_neaptidef4iqun.wordpress.com*

Pasang purnama terjadi pasang yang terbesar karena gaya gravitasi bulan dan gaya gravitasi matahari bekerja pada arah yang sama. Pasang purnama terjadi pada bulan purnama dan bulan baru. Pasang perbani terjadi karena gaya gravitasi matahari dan gravitasi bulan membentuk sudut 90°. Pasang perbani terjadi pada bulan seperempat.

Antara dua pasang tersebut terjadi surut. Pada keadaan surut, air laut mundur ke tengah laut sehingga pantai terlihat kering. Di selat yang sempit dan muara sungai perbedaan tingginya permukaan air laut pada saat pasang dan pada saat surut bisa mencapai 16 meter. Tetapi di laut terbuka perbedaannya hanya sekitar 3 meter.



## G. Manfaat Satelit Orbit Bumi bagi Kehidupan

Suatu benda yang dibawa ke luar angkasa oleh sebuah roket disebut **muatan**. Satelit dalam roket itu dapat berupa sebuah pesawat tak berawak tetapi di dalamnya penuh dengan peralatan-peralatan ilmiah dan canggih ataupun sebuah kapsul dengan awaknya. Awak dalam kapsul itu biasanya seorang astronaut atau beberapa astronaut.

Kapsul berawak ataupun tanpa awak itu bukanlah roket meskipun pesawat berawak ataupun tanpa awak itu dilengkapi dengan roket kecil untuk tujuan gerak penerbangan. Apapun yang menjadi asal satelit dalam roket itu biasanya dinyatakan sebagai **pesawat ruang angkasa** atau **kendaraan ruang angkasa**. Apabila pesawat tersebut masuk dalam orbit bumi baik yang berawak maupun tidak maka pesawat atau kendaraan itu disebut **satelit buatan**. Tetapi jika pesawat itu ditujukan untuk terbang masuk ke luar angkasa guna mencari informasi tentang benda-benda langit anggota tata surya disebut **alat penyelidik ruang angkasa**.

Perjalanan yang akan ditempuh oleh suatu satelit harus benar-benar dipetakan secara hati-hati.

Adapun pemetaan untuk sebuah satelit antara lain:

1. Memetakan perjalanan sebuah satelit.
2. Memetakan perjalanan ke sebuah planet.
3. Pengendalian di luar angkasa.
4. Akhir penerbangan.

Hampir semua pesawat ruang angkasa tak berawak di bangun untuk memindahkan informasi ke bumi melalui sistem telemetri. Melalui sistem ini data yang terkumpul oleh alat-alat ilmiah di dalam pesawat diubah menjadi sinyal-sinyal radio. Sinyal-sinyal radio ini kemudian di transmisikan ke stasiun-stasiun di bumi.

## 1. Informasi Tentang Keadaan di Ruang Angkasa

Antara lain untuk mempelajari keadaan di ruang angkasa seperti radiasi, magnetisme, debu, meteorit, dan sebagainya di antaranya adalah:

***a. Seri Satelit Pegasus, Amerika Serikat***

Dibuat untuk melaporkan kebocoran yang disebabkan oleh benturan meteorit. Manfaat dari hasil ekspedisi rancangan dinding pesawat ruang angkasa.

***b. Seri Explorer, Amerika Serikat***

Tujuan dan hasil ekspedisi: laporan tentang radiasi, medan magnet, dan gelombang radio di angkasa.

***c. Tanggal 25 Januari 1983, Satelit Astronomi Infra Merah (SAIM) Amerika Serikat-Inggris-Belanda.1***

Tujuan dan hasil ekspedisi:

1) mencetak panas suam-suam dari bintang-bintang yang baru lahir
2) debu antarbintang
3) tata surya jauh
4) menemukan sebuah komet (SAIM Araki - Alcock) yang mendekati sampai jarak 4,7 juta km dari bumi.

## 2. Observasi Bumi

### a. *Vanguard 1 dan 2 (1958 - 1959)*

Tujuan dan hasil ekspedisi:

1) Menunjukkan bahwa bumi berbentuk agak lonjong dari kutub dan berbentuk elips di sekeliling khatulistiwa.
2) Informasi tentang pengaruh matahari pada bumi dan ruang angkasa (seri OGO = *Observatorium Orbital Geologis*).
3) Zona radiasi yang luas mengelilingi bumi di atas daerah ekuator.

### b. *Seri Explorer 1, 2, 12*

Hasil ekspedisi: melengkapi data yang membukakan jalan bagi penemuan dan penganalisisan sabuk radiasi bumi.

### c. *Landsat 1 (23 Juli 1972) dan 3 Landsat berikutnya (1983)*

Tujuan dan hasil ekspedisi:

1) Membantu menemukan lokasi sumber-sumber mineral bumi termasuk minyak bumi.
2) Memetakan geologi dengan harapan dapat mengembangkan sistem dini bahaya gempa bumi.

### d. *Magsat, 1979*

Diluncurkan untuk mengawasi medan magnet bumi.

## 3. Observasi Matahari

Bertujuan untuk meneliti partikel-partikel matahari, jilatan api matahari, sinar ultraviolet, korona matahari, dan angin matahari.

a. Explorer
b. Pioneer
c. Helios 1 dan 2, Jerman Barat 1974 dan 1976
d. Solar Max, 1980 mengorbit bumi 575 km.

### 4. Satelit Cuaca

Pada satelit ini memberikan keuntungan dengan menunjukkan formasi awan yang terlepas di daerah luas pada permukaan bumi yang pengambilan gambarnya dilakukan dengan menggunakan kamera televisi dan disiarkan ke bumi melalui telemeter. Misalkan Nimbus 6 yang diluncurkan tanggal 12 Juni 1975 untuk mengukur radiasi di atmosfer bumi.

### 5. Satelit Komunikasi

a. Amerika Serikat (Telstar, Sinkom, dan Early Bird).
b. Satelit Internasional Intelsat
c. Anik, Canada.
d. Molniya, Uni Soviet.

### 6. Satelit Navigasi

Satelit-satelit Transit diorbitkan oleh angkatan laut Amerika Serikat sebagai navigator.

### 7. Satelit Biologi

Tahun 1966 Amerika Serikat memulai peluncuran seri Bio Satelit.

Direncanakan untuk:

a. Menguji coba reaksi berbagai macam organisme dalam perjalanan ruang angkasa.
b. Mempelajari pengaruh hampa daya berat, radiasi, dan tidak adanya daur pergantian siang dan malam.

### 8. Satelit Militer

Satelit semacam ini ditujukan untuk keperluan militer.

a. Midas, Amerika Serikat
   Dapat melihat peluncuran peluru kendali melalui penggunaan alat sensor inframerah.
b. Cosmos, Uni Soviet
   Dapat mengambil gambar lapangan udara Amerika Serikat, pabrik amunisi, tempat peluncur peluru kendali.
c. 1968, seri Satelit Terpadu, 1968
   Dapat mendeteksi radiasi inframerah.

## Rangkuman

1. Lapisan-lapisan matahari terdiri atas:
   a. inti matahari
   b. fotosfer
   c. kromosfer
   d. korona
   e. protuberans
2. Noda-noda pada matahari:
   a. gumpalan pada atmosfer
   b. bintik-bintik hitam matahari
   c. lidah api
   d. prominensa
3. Bagian-bagian bumi meliputi: atmosfer, hidrosfer, dan litosfer.
4. Bagian-bagian atmosfer: troposfer, stratosfer, mesofer, termosfer
5. Gerak bumi meliputi:
   a. rotasi bumi
   b. revolusi bumi
6. Gerhana bulan terjadi ketika posisi matahari, bumi, dan bulan terletak pada satu garis lurus.
7. Gerhana matahari terjadi ketika posisi matahari, bulan, dan bumi terletak pada satu garis lurus.
8. Manfaat satelit orbit bumi bagi kehidupan:
   a. mendapatkan informasi tentang keadaan di ruang angkasa
   b. observasi bumi
   c. observasi matahari
   d. menyelidiki cuaca
   e. untuk keperluan komunikasi
   f. untuk keperluan militer

## Refleksi

Seperti yang kalian ketahai negara maju seperti Amerika Serikat berlomba-lomba untuk meluncurkan pesawat luar angkasa, baik untuk keperluan penelitian, komunikasi, maupun militer. Sebutkan hasil-hasil yang diperoleh dalam misi-misi tersebut!Bagaimana dengan Indonesia?

## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Di bawah ini yang **bukan** merupakan bagian-bagian dari matahari adalah . . . .
   a. inti
   b. korona
   c. fotosfer
   d. litosfer
2. Bagian atas dari atmosfer matahari yang sering disebut sebagai mahkota matahari adalah . . . .
   a. korona
   b. protuberans
   c. fotosfer
   d. kromosfer
3. Berikut ini yang **bukan** bagian dari noda-noda pada matahari adalah . . . .
   a. gumpalan matahari
   b. bintik-bintik matahari
   c. lidah api
   d. prominensa
4. Besarnya kepadatan bumi adalah . . . .
   a. 3,5 gram/cm$^3$
   b. 4,5 gram/cm$^3$
   c. 5,5 gram/cm$^3$
   d. 6,5 gram/cm$^3$
5. Di bawah ini adalah lapisan atmosfer yang berada pada 10 km sampai 40 km di atas permukaan bumi adalah . . . .
   a. troposfer
   b. stratosfer
   c. mesosfer
   d. termosfer
6. Berikut ini yang **bukan** merupakan bagian-bagian daripada lapisan bumi adalah . . . .
   a. atmosfer
   b. ionosfer
   c. hidrosfer
   d. litosfer
7. Gerakan bumi yang mempunyai kala edar 23 jam 56 menit 4,09 detik adalah . . . .
   a. rotasi
   b. revolusi
   c. putaran
   d. keliling
8. Berikut ini waktu di mana belahan bumi utara mengalami musim gugur sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim semi adalah . . . .
   a. 21 Juni – 23 September
   b. 23 September – 22 Desember
   c. 22 Desember – 21 Maret
   d. 21 Maret – 21 Juni

9. Bulan yang mempunyai orbit bulan 27,5 hari adalah bulan . . . .
   a. sinodis
   b. baru
   c. kuartir awal
   d. sideris
10. Bayangan inti yang berbentuk kerucut pada saat gerhana bulan disebut . . . .
   a. umbra
   b. penumbra
   c. lengkap
   d. tak lengkap

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!

1. Jelaskan tentang lapisan-lapisan matahari!
2. Jelaskan tentang lapisan-lapisan bumi!
3. Sebutkan perbedaan gerhana bulan dan gerhana matahari!
4. Gerhana matahari ada 3, sebutkan dan jelaskan!
5. Jelaskan perbedaan pasang purnama dan pasang perbani!

**Proyek**

Kumpulkan informasi tentang aktivitas matahari dan pengaruhnya terhadap bumi, lengkapi dengan gambar yang mendukung informasi tersebut dan buatlah dalam bentuk kliping!

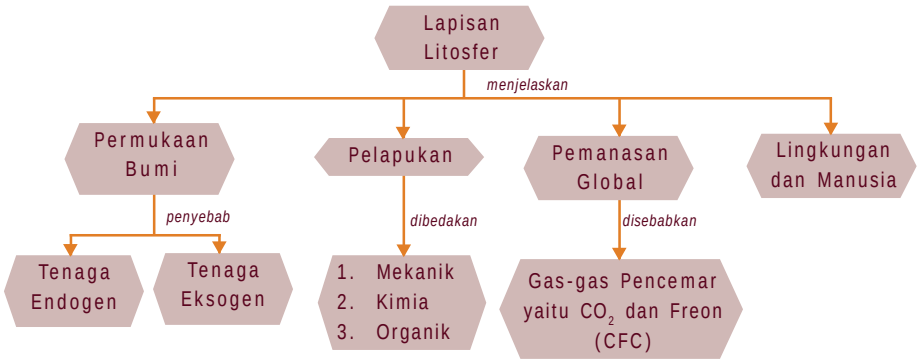
# Bab 16

# Lapisan Litosfer

Tahukah kalian bahwa bumi kita terdiri atas berbagai lapisan? Coba renungkan, kalian berpijak di lapisan bumi paling luar, lapisan apakah menurut kalian? Renungkan juga luas bumi yang terdiri atas batu-batuan seperti di sekeliling kalian, bagaimana lapisan-lapisan bumi yang berada di bawah-bawahnya. Kalian akan menemukan dan memahami lapisan-lapisan bumi, khususnya lapisan paling atas bumi atau lapisan litosfer dengan mempelajari bab ini. Selain itu kalian juga bisa menemukan proses-proses yang terjadi pada lapisan litosfer dan pengaruhnya pada lingkungan sekitar kita.

## Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.

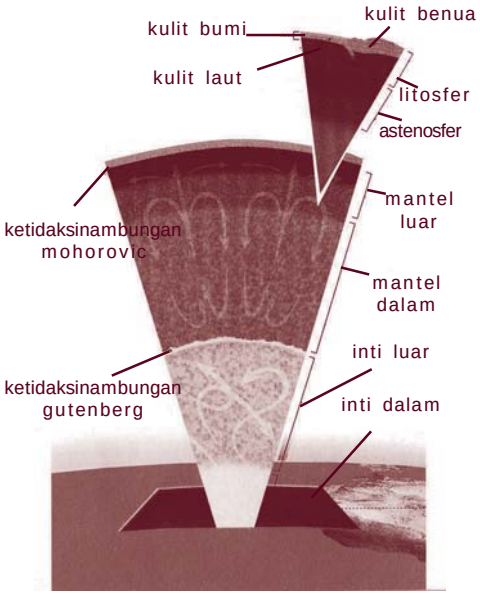



## Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Litosfer
- Manusia
- Pelapukan
- Pemanasan Global
- Lingkungan

## A. Permukaan Bumi




**Gambar 16.1** *Lapisan bumi*
**Sumber:** *Kamus Visual*

Mengapa bentuk permukaan bumi tidak rata? Tahukah kalian penyebabnya? Bentuk permukaan bumi tidak rata disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor dari dalam yaitu berupa suatu tenaga yang sangat besar sehingga dapat membentuk permukaan bumi beraneka ragam. Tenaga yang demikian disebut **tenaga endogen**. Coba sebutkan permukaan bumi/relief yang diakibatkan oleh tenaga endogen!

Faktor dari luar yaitu **tenaga eksogen** yang bersifat merusak permukaan bumi di mana permukaan bumi akan berubah karena tenaga dari luar tadi. Coba sebutkan contoh tenaga eksogen!

## B. Pelapukan

Pelapukan adalah proses perubahan atau dengan kata lain rusaknya batu-batuan (ataupun benda yang lain pada tempat di mana batuan tersebut berada) akibat tenaga oksigen. Macam-macam pelapukan dijelaskan sebagai berikut.

### 1. Pelapukan Mekanik

Pelapukan mekanik terjadi perbedaan suhu karena proses waktu dan faktor-faktor lain seperti air yang mengalir, angin yang bertiup, ombak yang menghantam karang. proses pelapukan secara mekanik berpengaruh pada lingkungan, di antaranya pasir dan bongkahan batu yang berguna sebagai bahan bangunan.

## 2. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia adalah pelapukan yang terjadi pada batu-batuan di permukaan bumi akibat adanya reaksi kimia yang disebabkan oleh peristiwa-peristiwa alam. Contohnya air hujan yang mengandung $CO_2$ dapat melarutkan batuan gamping.

Batu kapur atau gamping dengan rumus kimia $CaCo_2$ bila bercampur air hujan ($H_2O$) yang mengandung $CO_2$, maka akan larut menjadi $Ca(HCO_3)_2$.

Reaksi-reaksi kimia tadi menghasilkan larutan asam (*Accu Zuur*) yang mengakibatkan batu-batuan dapat hancur.

## 3. Pelapukan Organik

Pelapukan organik didefinisikan sebagai pelapukan pada batu-batuan di permukaan bumi sebagai akibat aktivitas makhluk hidup. Aktivitas makhluk hidup ada yang bersifat kimiawi dan ada juga yang bersifat mekanik. Akibat aktivitas mekanik akan menimbulkan pelapukan biomekanik, contohnya manusia memecah batu, mengolah lahan pertanian atau perladangan, pertambangan, sehingga mengakibatkan perubahan pada lapisan tanah.

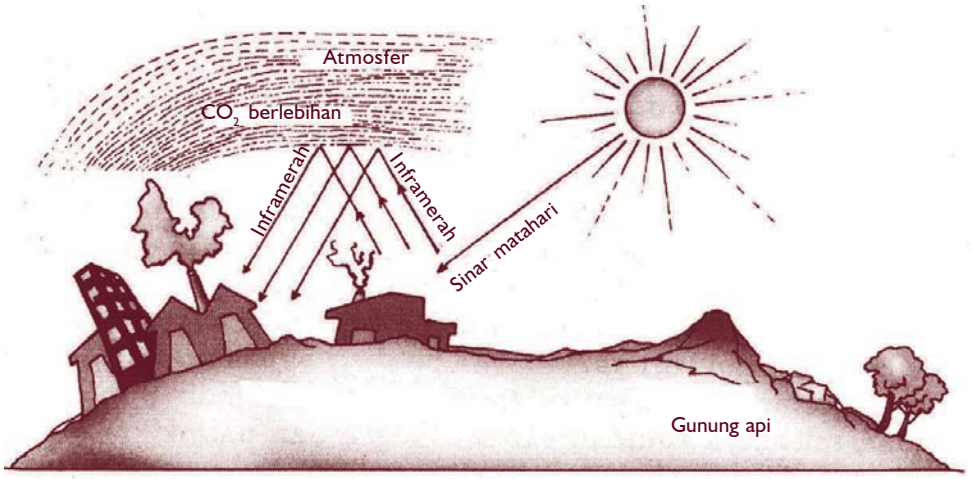


**Gambar 16.2** *Salah satu pelapukan organik*
**Sumber:** *http://cc.kangwon.ac.kr*

Sedangkan untuk aktivitas kimiawi akan menimbulkan pelapukan biokimia, contohnya seperti akar tanaman serta hewan-hewan dan juga bakteri-bakteri mengeluarkan cairan-cairan (*excreet*) yang bersifat asam. Akibat dari cairan-cairan yang bersifat asam tadi akan mengakibatkan batu-batuan menjadi lunak, sehingga dengan mudah dapat ditembus. Dari peristiwa tersebut merupakan akibat negatif dari aktivitas kimiawi. Sedangkan salah satu contoh positif akibat aktivitas kimiawi adalah sisa tumbuh-tumbuhan (humus) dapat menggemburkan tanah yang keras sehingga menjadi tanah gembur dan sangat baik untuk pertanian ataupun perladangan.

## C. Pemanasan Global

Pemanasan global yang terjadi di permukaan bumi pada dasarnya diakibatkan oleh gas-gas pencemar seperti karbondioksida ($CO_2$) dan gas freon atau kloro fluoro karbon (CFC) yang dihasilkan akibat kemajuan teknologi. Karbondioksida berasal dari asap pabrik, asap kendaraan bermotor dan hasil kebakaran hutan dan pembakaran sampah. Pemanasan global sering disebut dengan efek rumah kaca (*green house effect*). Proses efek rumah kaca terjadi berawal ketika gas-gas pencemar seperti karbondioksida dan CFC menahan pancaran gelombang panas di permukaan bumi. Di mana panas akan memantul kembali ke bumi, sehingga akan terjadi kenaikan temperatur di permukaan bumi.




**Gambar 16.3** *Pemanasan global*
**Sumber:** *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*

Adanya pemanasan global yang terjadi di permukaan bumi akan berdampak negatif terhadap lingkungan di permukaan bumi. Bayangkan jika volume gas pencemar seperti karbondioksida ($CO_2$) meningkat dari waktu ke waktu maka semakin tinggi temperatur yang akan menyebabkan pemanasan global. Mengapa bisa terjadi?

Jika temperatur semakin tinggi, maka bisa mengakibatkan kemungkinan-kemungkinan negatif terhadap makhluk hidup maupun lingkungannya, seperti berpengaruh terhadap iklim dan cuaca di bumi, suhu tubuh manusia, dan lahan-lahan pertanian menjadi kering.

## D. Lingkungan dan Manusia

Apa arti lingkungan itu? Lingkungan adalah sesuatu yang mutlak dibutuhkan manusia untuk terus mempertahankan proses hidupnya.

Adanya interaksi antara manusia dan lingkungan sekitar itulah yang akan mempengaruhi proses-proses yang terjadi di lingkungan.

### 1. Lingkungan Darat dan Pengaruhnya terhadap Kehidupan dan Kesehatan Manusia

Lingkungan darat yang mencakup atas batu-batuan, tanah dan sebagainya secara alamiah akan mengalami proses-proses menurut spesifikasinya. Meskipun secara alamiah lingkungan darat mengalami proses seperti pecahnya batu-batuan, erosi yang terjadi pada tanah, ataupun proses yang lain, tetapi manusia berperan sama pentingnya terhadap proses yang terjadi terhadap lingkungan darat.

Berikut ini contoh-contoh aktivitas negatif manusia terhadap lingkungan darat.

a. Menebang hutan secara liar.
b. Penambangan pasir atau bahan tambang secara liar.
c. Pembuangan sampah sembarangan dan sebagainya.

Contoh yang ketiga sampai saat ini yang masih menjadi bahan perhatian secara serius meskipun contoh yang pertama dan kedua

**Info MEDIA**

*Banyak ilmuwan bertanya-tanya apakah manusia, seperti halnya dinosaurus dapat punah. Dinosaurus tampaknya merupakan karbon pasif dari bumi yang berubah, sedangkan manusia memainkan peran penting dalam pengrusakan lingkungannya. Pada tahun 2000 ini hampir 6 milyar manusia di bumi, semuanya menghasilkan limbah dan polusi. Selain pemanasan global yang dapat terjadi karena efek rumah kaca, zat kimia yang dikeluarkan menipiskan lapisan ozon, yaitu lapisan di atmosfer yang menjaga radiasi ultra ungu yang berbahaya.*

sama pentingnya. Pembuangan sampah anorganik, seperti plastik, kaleng-kaleng bekas, ataupun sampah anorganik lainnya yang tidak dapat diuraikan oleh tanah. Pembuangan sampah-sampah tersebut berdampak negatif bagi kehidupan manusia. Adapun dampak negatif tersebut antara lain tanah menjadi tidak subur dan sampah yang menumpuk menyebabkan penyakit.

## 2. Lingkungan Udara dan Pengaruhnya terhadap Kehidupan dan Kesehatan Manusia



**Gambar 16.4** *Polusi udara dari asap pabrik*
**Sumber:** *www.pestaola.gr*

Lingkungan udara adalah faktor penting untuk kehidupan manusia. Manusia hidup perlu bernapas, bernapas mengambil oksigen dari udara, jadi kita bernapas memerlukan oksigen. Bagaimana jika oksigen di udara tercemari oleh zat-zat lain? Mungkin kita akan sakit bahkan mungkin mati.

Pencemaran udara terjadi akibat adanya zat-zat lain yang terproses bersama oksigen di udara. Zat-zat pencemar disebut juga **polutan**. Polutan udara berasal dari asap-asap pabrik, asap kendaraan bermotor, asap pembakaran sampah atau penyebab-penyebab yang lain.

## 3. Lingkungan Air dan Pengaruhnya terhadap Kehidupan dan Kesehatan Manusia



**Gambar 16.5** *Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup*
**Sumber:** *www.thai-tour.com*

Lingkungan air adalah lingkungan di sekitar manusia yang mencakup perairan, seperti sungai, danau, laut, rawa, dan sebagainya. Air merupakan kebutuhan pokok yang mutlak harus terpenuhi.

Di samping air yang kita ambil, kehidupan airpun sangat bermanfaat bagi kehidupan kita. Sungai atau danau menyediakan zat makanan yang mengandung protein yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh, misalnya rumput laut serta ikan-ikan.

## Tugas

1. Bagaimana cara penanggulangan terhadap pencemaran yang terjadi di darat? Jelaskan menurut pendapat kalian!
2. Apa penyebab pencemaran udara dan bagaimana cara menanggulanginya?
3. Salah satu akibat pencemaran udara (khususnya dari karbon dioksida) adalah efek rumah kaca. Bagaimana proses terjadinya?
4. Coba kalian sebutkan dampak-dampak negatif dari membuang sampah dan kotoran ke dalam sungai atau danau!

## Rangkuman

1. Tenaga endogen: tenaga yang sangat besar dari dalam bumi yang membentuk permukaan bumi.
2. Tenaga eksogen : tenaga dari luas bumi yang bersifat merusak permukaan bumi.
3. Pelapukan: proses perubahan atau rusaknya batu-batuan atau benda lain akibat tenaga eksogen.
4. Macam-macam pelapukan:
   a. mekanik b. kimia c. organik
5. Pemanasan global: naiknya temperatur di permukaan bumi akibat kenaikan volume gas $CO_2$ dan gas freon yang menahan pancaran gelombang panas sehingga memantulkan kembali panas ke bumi.
6. Lingkungan darat, udara, dan air sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia, diantaranya:
   a. penebangan hutan secara liar akan mengakibatkan banjir
   b. pembuangan sampah sembarangan akan menimbulkan penyakit
   c. pencemaran udara dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan
   d. pencemaran air akan menyebabkan ikan-ikan mati sehingga mengurangi tersedianya protein.

## Refleksi

Setelah kalian pelajari materi tentang lapisan litosfer, coba ceritakan kembali sebagai bahan refleksi bagaimana proses pembentukan litosfer serta pengaruh perilaku manusia sehari-hari pada pembentukan lingkungan!

## Uji Kompetensi

**A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!**

1. Planet di tata surya yang mempunyai kehidupan adalah . . . .
   a. Mars
   b. Bumi
   c. Venus
   d. Pluto
2. Bumi terdiri atas beberapa lapisan. Lapisan yang berada paling atas adalah . . . .
   a. ionosfer
   b. mesosfer
   c. litosfer
   d. stratosfer
3. Pelapukan yang disebabkan oleh proses kimia oleh peristiwa-peristiwa alam adalah . . . .
   a. pelapukan alami
   b. pelapukan kimia
   c. pelapukan organik
   d. pelapukan mekanik
4. Berikut ini adalah polutan yang menyebabkan terjadinya pemanasan global adalah . . . .
   a. karbon dioksida
   b. oksigen
   c. merkuri
   d. asam sulfat
5. Proses memperkaya perairan disebut juga proses . . . .
   a. ekstensifikasi
   b. nitrifikasi
   c. eutrofikasi
   d. intensifikasi
6. Salah satu cara mengurangi pemanasan global . . . .
   a. penghijauan di daerah perkotaan
   b. penggunaan bensin untuk bahan bahan kendaraan
   c. ladang berpindah
   d. pembukaan hutan

7. Gejala-gejala litosfer yang termasuk oleh tenaga endogen, adalah . . . .
   a. vulkanisme
   b. angin
   c. air
   d. gletser
8. Berikut ini adalah penyebab pembentukan litosfer dari luar bumi, ***kecuali*** . . . .
   a. angin, air, dan gletser
   b. pelapukan, erosi, dan sedimentasi
   c. sinar matahari, angin, dan luncuran es
   d. diatropisme dan vulkanisme
9. Tenaga yang berasal dari luar bumi bersifat . . . .
   a. merusak bentuk muka bumi
   b. membentuk muka bumi
   c. menambah kekuatan muka bumi
   d. menambah variasi bentuk muka bumi
10. Datangnya musim hujan yang tidak teratur merupakan salah satu efek . . . .
   a. pemanasan global
   b. suhu
   c. cuaca
   d. angin

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!

1. Sebutkan lapisan-lapisan di bumi!
2. Sebutkan jenis-jenis pelapukan!
3. Apakah pemanasan global itu? Bagaimana proses terjadinya?
4. Jelaskan tentang pengaruh lingkungan air, darat, dan udara terhadap kehidupan dan kesehatan manusia!
5. Sebutkan akibat pencemaran air dan cara menanggulanginya!

**Proyek**

Carilah literatur yang menjelaskan mekanisme hujan asam, kemudian buatlah ringkasannya dilengkapi gambar-gambar yang mendukung informasi tersebut. Lakukan bersama kelompok kalian!

## Latihan Semester Genap

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

1. Elektromagnet banyak dipakai pada alat-alat listrik, karena . . . .
   a. sifat kemagnetannya yang tetap
   b. sifat kemagnetannya yang lemah sehingga mudah diubah-ubah
   c. sifat kemagnetannya tidak dapat dihilangkan
   d. dapat dibentuk dengan berbagai bentuk sesuai keperluan dan sifat kemagnetannya dapat diubah-ubah
2. Alat listrik di dalam ini yang tidak memakai magnet adalah . . . .
   a. bel listrik
   b. mikrofon
   c. pesawat penerima
   d. relai
3. Paku berada dalam medan magnet dan dapat menarik paku lain di dekatnya. Kejadian itu disebut . . . .
   a. deklinasi
   b. inklinasi
   c. induksi
   d. konduksi
4. Gaya tarik-menarik atau gaya tolak-menolak yang terkuat dalam magnet terdapat pada bagian . . . .
   a. kutub utara magnet
   b. kutub selatan magnet
   c. tengah magnet
   d. kedua kutub magnet
5. Bila sebatang baja dijadikan magnet, batang itu menjadi . . . .
   a. magnet tetap
   b. magnet sementara
   c. elektromagnetik
   d. kutub magnet
6. Yang menjadi dasar utama timbulnya perbedaan potensial dalam dinamo adalah . . . .
   a. pergerakan magnet di sekitar kumparan
   b. pergerakan kumparan di sekitar magnet
   c. perubahan jumlah garis gaya dalam kumparan
   d. perubahan kutub-kutub magnet dalam kumparan
7. Arus listrik dapat ditimbulkan oleh medan magnet. Arus listrik macam ini dinamakan . . . .
   a. arus kuat
   b. arus lemah
   c. arus induksi
   d. arus tegangan rendah
8. Pernyataan yang benar tentang trafo adalah . . . .
   a. trafo dapat memperbesar daya listrik
   b. trafo dapat digunakan pada arus DC

c. jika tegangan primer > tegangan sekunder, maka arus primer < arus sekunder
d. jika arus primer > arus sekunder maka trafonya merupakan jenis step-down

9. Efisiensi sebuah trafo adalah 80%. Jika daya primernya 500 W, daya sekundernya adalah . . . .
   a. 500 W
   b. 425 W
   c. 400 W
   d. 625 W

10. Arus primer sebuah trafo adalah 3,5 A. Jika jumlah lilitan primer 120 dan lilitan sekundernya 42, maka besarnya arus sekunder adalah . . . .
   a. 12,25 A
   b. 1 A
   c. 3,5 A
   d. 122,5 A

11. Bumi dalam peredarannya mengelilingi matahari terletak pada satu bidang yang disebut . . . .
   a. meridian
   b. bidang bujur
   c. cakrawala
   d. ekliptika

12. Teori yang tidak menjelaskan asal-usul tata surya adalah . . . .
   a. teori Nebula
   b. teori Planetesimal
   c. teori Dentuman besar
   d. teori Bintang kembar

13. Komet sebagian besar mengandung . . . .
   a. hidrogen
   b. oksigen
   c. besi
   d. es dan gas-gas beku

14. Pesawat angkasa di bawah ini milik negara USA, ***kecuali*** . . . .
   a. Mariner
   b. Viking
   c. Apollo
   d. Venera

15. Planet yang periode revolusinya paling pendek adalah . . . .
   a. Merkurius
   b. Mars
   c. Bumi
   d. Jupiter

16. Lapisan atmosfer yang terjadi proses ionisasi sehingga mampu memantulkan gelombang radio adalah . . . .
   a. termosfer
   b. mesosfer
   c. stratosfer
   d. troposfer

17. Energi yang dipancarkan matahari berasal dari reaksi fusi unsur . . . .
   a. hidrogen dan selenium
   b. hidrogen dan oksigen
   c. hidrogen dan helium
   d. helium dan neon

18. Terbentuknya lapisan tanah akibat aktivitas hewan kecil dalam tanah merupakan pelapukan . . . .
    a. organik
    b. kimia
    c. fisika
    d. mekanik
19. Berikut ini aktivitas negatif manusia terhadap lingkungan darat adalah . . . .
    a. pembuangan sampah pada tempat pembuangan akhir
    b. pembalakan hutan
    c. sistem pertanian terasering
    d. memisahkan sampah organik dan anorganik
20. Proses yang terjadi pada lingkungan dipengaruhi oleh . . . .
    a. interaksi antara manusia satu dengan yang lain
    b. interaksi antara manusia dan lingkungan
    c. interaksi antar lingkungan
    d. interaksi antara ekosistem

## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Mengapa bentuk permukaan bulan selalu sama ketika menghadap bumi?
2. Sebutkan pembentuk litosfer dan beri contohnya!
3. Bagaimana kalian bisa membuktikan bahwa bumi bulat?
4. Sebutkan aktivitas yang terjadi di matahari!
5. Apa dampak terjadinya tabrakan kapal tanker pengangkut minyak bagi lingkungan air?

# Glosarium

**Adaptasi**
Kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dari lingkungannya.

**Adaptasi fisiologi**
Penyesuaian diri fungsi alat-alat tubuh atau kerja alat-alat tubuh terhadap lingkungannya.

**Adaptasi morfologi**
Penyesuaian diri bentuk tubuh atau alat-alat tubuh sehingga sesuai dengan lingkungannya.

**Adaptasi tingkah laku.**
Penyesuaian diri terhadap lingkungannya dalam bentuk tingkah laku.

**Anoda**
Kutub yang mempunyai potensial lebih tinggi dan diberi tanda positif (+).

**Aquous humor**
Cairan berfungsi untuk memberi makan kornea, terletak antara kornea dan lensa mata.

**Arus listrik DC**
Arus listrik searah.

**Augmentasi**
Proses pengumpulan urine di dalam saluran pengumpul.

**Autosom**
Kromosom tubuh.

**AVometer**
Alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, beda potensial, dan hambatan. Kata lain AVOmeter adalah multimeter.

**Basicmeter**
Alat ukur kuat arus listrik dengan batas ukur 0,1 miliampere.

**Biokimia**
Ilmu yang mempelajari tentang perubahan kimia di dalam tubuh makhluk hidup.

**Bioteknologi**
Penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk makanan.

**Daya listrik**
Besar usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan tiap satuan waktu.

**Daya**
Energi atau usaha tiap satuan waktu.

**Defekasi**
Proses pengeluaran zat-zat sisa pencernaan dan zat yang tidak tercerna.

**Deklinasi**
Penyimpangan jarum kompas dari arah utara-selatan yang sebenarnya.

**Deret tribolistrik**
Benda apabila memperoleh muatan negatif bila digosok dengan sembarang benda di atasnya, dan akan memperoleh muatan positif, bila digosok dengan benda di bawahnya.

**Dihibrid**
Persilangan dengan dua sifat beda.

**Dominan**
Sifat yang muncul bila bersama-sama sifat yang lain.

**Efektor**
Pemberi tanggapan/jawaban impuls saraf (otot/kelenjar).

**Efisiensi transformator**
Persentase harga perbandingan antara besar energi yang dilepas transformator tiap sekon pada kumparan sekunder dengan energi yang diterima transformator setiap sekon pada kumparan primer.

**Ekskresi**
Proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme.

**Elektrodinamika**
Listrik dinamis.

**Elektrolit**
Larutan yang dapat menghantarkan listrik.

**Elektron**
Pembawa muatan-muatan listrik negatif.

**Elektrostatis**
Listrik statis.

**Elemen kering**
Istilah lain dari baterai.

**Elemen sekunder**
Elemen yang dapat menyimpan muatan listrik dan setelah tidak habis dapat diisi kembali.

**Energi**
Kemampuan untuk melakukan usaha (kerja).

**Estivasi**
Tidur panjang pada musim kemarau untuk bisa bertahan hidup.

**Evolusi**
Perubahan sedikit demi sedikit dalam waktu yang lama sehingga menimbulkan spesies baru.

**Fenotip**
Sifat yang tampak pada individu

**Fermentasi**
Proses penguraian zat makanan oleh mikroorganisme yang berlangsung secara anaerob dengan bantuan enzim.

**Filial**
Keturunan hasil persilangan

**Filtrasi**
Proses penyaringan darah oleh ginjal.

**Fotoreseptor**
Penerima rangsang cahaya.

**Fovea centralis**
Bintik kuning. Bagian dari retina yang paling peka terhadap cahaya.

**Gaya Lorentz**
Gaya yang dihasilkan dari sebuah penghantar berarus listrik di dalam medan magnet.

**Gen**
Penentu sifat keturunan, gen terdapat di sepanjang kromosom.

**Generator dan dinamo**
Alat yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

**Genetika**
Ilmu yang mempelajari tentang penurunan sifat makhluk hidup.

**Genotip**
Susunan gen yang menentukan sifat dasar makhluk hidup

**Gonosom**
Kromosom penentu sel kelamin.

**Hambatan depan (R – depan)**
Alat ukur beda potensial jika dipasang pada mikroamperemeter.

**Hambatan Shunt (R – Shunt)**
Alat ukur kuat arus listrik jika dipasang pada mikroamperemeter.

**Hibernasi**
Tidur panjang pada musim dingin.

**Hidrofit**
Tumbuhan yang hidup di air.

**Higrofit**
Tumbuhan yang hidup di daerah lembap.

**Impuls saraf**
Pesan/rangsang yang dibawa oleh serabut saraf.

**Indra**
Alat tubuh yang berfungsi sebagai reseptor.

**Inklinasi**
Sudut yang dibentuk oleh magnet dengan garis mendatar.

**Intermediet**
Sifat yang merupakan gabungan dari dua individu.

**Isolator**
Zat yang sukar dialiri elektron, misalnya karet, plastik, kertas.

**Jembatan varol**
Penghubung pada otak kecil, antara belahan kanan dengan belahan sebelah kiri.

**Katoda**
Kutub yang mempunyai potensial lebih rendah dan diberi tanda negatif (–).

**Konduktor**
Zat yang mudah dialiri elektron, misalnya tembaga, aluminium, dan besi.

**Konstelasi**
Bangunan, susunan, gugusan bintang.

**Kromosom**
Pembawa sifat keturunan.

**Kuartir**
Paruh.

**kWh meter**
Alat ukur banyaknya energi listrik dalam satuan kWh.

**Laru daun**
Jamur Rhizopus yang terdapat pada bagian tertentu daun.

**Litosfer**
Lapisan paling atas bumi.

**Magnet elementer**
Magnet-magnet kecil penyusun sebuah magnet.

**Magnet**
Benda yang dapat menarik besi atau baja yang ada di dekatnya.

**Meteor**
Pecahan komet.

**Meteorit**
Meteor yang berhasil sampai ke bumi.

**Mikrobiologi**
Ilmu yang mempelajari mikroorganisme.

**Miselium**
Kumpulan dari hifa jamur.

**Monohibrid**
Persilangan dengan satu sifat beda.

**Nefron**
Satuan struktural dan fungsional terkecil ginjal.

**Neuron konektor**
Sel saraf yang bertugas menghubungkan antara neuron satu dengan neuron yang lainnya.

**Neuron motorik**
Sel saraf yang bertugas menerima dan membawa rangsang dari pusat saraf menuju efektor.

**Neuron sensorik**
Sel saraf yang bertugas menerima dan membawa rangsang dari reseptor menuju pusat saraf.

**Nodus ranvier**
Lekukan pada selubung myelin, berfungsi untuk mempercepat jalannya impuls.

**Nutrien**
Zat yang diperlukan untuk proses kehidupan.

**Orbital**
Lintasan edar.

**Papila**
Tonjolan-tonjolan kecil di permukaan lidah, berfungsi sebagai saraf pengecap.

**Pasang**
Naik.

**Pelapukan**
Proses perusakan.

**Pembuluh eustachius**
Saluran penghubung rongga mulut dengan telinga tengah.

**Plastis**
Lentur.

**Polusi**
Pencemaran.

**Polutan**
Zat pencemar.

**Pupil**
Bagian mata yang peka terhadap rangsang cahaya.

**Reabsorbsi**

Proses penyerapan kembali zat-zat yang masih digunakan tubuh.

**Refleks**

Gerak yang tidak disadari, terjadi secara tiba-tiba.

**Reseptor**

Penerima rangsang/impuls (alat indra).

**Resesif**

Sifat yang tidak muncul bila bersama sifat yang lain.

**Sekresi**

Proses pengeluaran zat oleh kelenjar yang masih digunakan oleh tubuh.

**Sel basilus**

Bagian retina yang peka terhadap cahaya lemah.

**Sel konus**

Bagian retina yang peka terhadap cahaya kuat.

**Seleksi alam**

Kemampuan alam untuk menyeleksi semua organisme yang hidup di dalamnya, di mana hanya organisme yang mampu menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang akan selamat, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati.

**Selubung myelin**

Lapisan pembungkus serabut sel saraf.

**Semikonduktor**

Zat yang hanya pada keadaan tertentu dapat dengan mudah dialiri elektron, misalnya: germanium, silikon, dan karbon.

**Sterkobilin**

Zat warna empedu yang mewarnai feses.

**Substrat**

Bahan tempat tumbuhan melekat atau hidup.

**Surut**

Turun.

**Tegangan terminal (ET)**

Tegangan antara ujung-ujung rangkaian (tegangan total).

**Transformator step-down**

Alat untuk menurunkan tegangan arus bolak-balik.

**Transformator step-up**

Alat untuk menaikkan tegangan arus bolak-balik.

**Transformator**

Alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik.

**Urobilin**

Zat warna empedu yang mewarnai urine.

**Vitreus**

Bahan seperti jelly yang berfungsi untuk mempertahankan bentuk bola mata agar tidak kempes.

**Xerofit**

Tumbuhan yang hidup di daerah kering.

# Daftar Pustaka


Corbeil, JC, Archambuit Ariane. 2004. *Kamus Visual.* Indonesia–Inggris. QA–Internasional.

Kimball.2003. *Biologi Jilid 1,2,3.* Jakarta: Erlangga.

Darmodjo & Kaligis. 2004. *Ilmu Alamiah Dasar.* Jakarta: Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.

Lukman Cecilia. 2005. *Oxford Ensiklopedi Pelajar.* Grolier International, Inc.

Marieb, E.N. 2004. *Human Anatomy and Physycology.* Sixthed. San Fransisco: Pearsin Benjamin Lummings.

Martin. 2005. *Biology*. Southbank: Thompson & Brokes/Cole.

Nader, S.S. 2004. *Biology.* Boston: Mc. Graw–Hill, Inc.

Pinus Lingga. 2003. *Hidroponik.* Depok: Penebar Swadaya.

Purves, W.K, and Helier. 2004. *Life: The Science of Biology*. Sunderland: Sinaver Assosiates, Inc.

Raves, P.H. 2005. *Biology, Seventh ed.* Boston: Mc. Graw–Hill, Inc.

Sudiana, Yayan. 2004. *Ensiklopedi Populer Anak.* Jakarta: Ichtiar Baru van Hoeve.

Suroso AY, dkk. 2003. *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan.* Jakarta: Tarity Samudra Berlian.

Susiloningtyas, Dwi, dkk (Penj). 2006. *Ensiklopedi Geografi.* Jakarta: Lentera Abadi.

Syukur, Abdul. 2005. *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar.* Jakarta: Ichtiar Baru van Hoeve.

Teresa Audesirk & Gerald Audesirk. *Biology Life on Earth.* USA: Prentice Hall International, Inc.

Woodford. Chris. 2006. *Jejak Sejarah Sains Listrik (Terj).* Bandung: Pakar Raya.

# Indeks


## A

AC 270, 302
accumulator 227
adaptasi 75, 76, 77, 81, 83, 84, 88, 90, 100
aki 225, 227, 229, 230
akson 39, 40, 46
alat ukur 246
aliran muatan 165
Alpha Centauri 324
amonium klorida 228
ampere 182
amperemeter 166, 189, 190, 281
anaerob 133
angin pasat 335
anoda 230
antagonis 49
aphelium 313
arus 300
arus bolak-balik 296, 299, 300, 302
arus induksi 297, 298
arus listrik 165, 190, 201, 230, 242, 271, 278, 281, 293, 295, 296
arus muatan 165
arus searah 302
arus sekunder 284
asortasi 113
asteroid 314, 318
asteroid Apollo 318
atmosfer 332
autosom 108

## B

Basicmeter 231
baterai 225
beda potensial 165, 167, 181, 182, 189, 190, 203, 210, 225, 227, 231, 232, 242
beda potensial listrik 184, 225
Benjamin Franklin 156
besaran skalar 166
besaran vektor 166
bintang pagi 315
bintang senja 315
bintik hitam 325
bioteknologi 128, 145, 146
Bohr 155
Bulan 311
bulan purnama 338
Bulan Sideris 339
Bulan Sinodis 339
bumi 310, 311, 313, 314, 315, 323, 329, 330 340, 341, 345

## C

cerebellum 45
cerebrum 45
Ceres 318
Charles Augustin Coulomb 157
Claudius Ptolomeus 310
coloumb 165
Copernicus 313
cuaca 332

## D

Dalton 155
daya 303
daya listrik 243
DC 302
defisiensi 69
deklinasi 273
dendrit 39, 40
depolarisator 228
detektor logam 285
diafragma 282, 283
dialisator 11
diamagnetik 264
dihibrid 116, 120
dinamo 225, 298, 299
diploid 110
Direct Current 228
domain 269, 271
dominan 115, 118
Drosophila melanogaster 108
duramater 45

## E

Edmund Halley 318
efektor 37, 41, 42
efisiensi 303
ekliptika 315, 318
ekskresi 8, 10, 68
eksokrin 38
eksosfer 333
ekspedisi 343
elektroda 229
elektrodinamika 154
elektrolit 229
elektromagnet 279
elektromagnetik 284, 285, 295
elektron 154, 155, 156, 166, 225, 241
elektron bebas 195
elektronika 181
elektrostatika 154
elektrostatis 193
elemen 227
elemen basah 227
elemen Volta 228, 229
endokrin 38
endometrium 25, 26, 29
energi 224, 226, 227, 240, 303, 325, 326, 329
energi bunyi 295
energi cahaya 295
energi kalor 248
energi kimia 230, 295
energi listrik 229, 230, 240, 245, 246, 249, 295
energi matahari 329
energi penggerak listrik 226
ensorik 48
epididimis 21
EPL 226
eritrosit 83
Ernest Starling 52
estivasi 85
estrogen 20, 27
eustachius 61
evolusi 89

## F

fase bulan 337, 338
fenotipe 111, 114, 116, 117, 118, 119, 121
fermentasi 131
ferromagnetik 264, 265
fertilisasi 29, 94, 95, 113
filial 114
fisiologi 76, 83, 100
fonoreseptor 54
fotoreseptor 54
fotosfer 326, 327, 328

fovea 56
fusi helium 329

## G

Galvanometer 281, 296
gamet 120
ganglion 49
Ganymeda 317
garis balik selatan 336
garis balik utara 336
garis gaya 331
garis gaya magnet 278, 296
gaya 224, 273
Gaya Gerak Listrik 226
gaya gravitasi 311, 312, 313, 314, 329, 341, 342
gaya Lorentz 285, 286
gaya magnet 285, 286, 331
gelembung 227
gelombang bunyi 285
generatif 94, 100
generator 295, 298
genetika 111, 117
genotip 111
genotipe 114, 116, 119, 121, 122
George Leclanche 228
gerhana bulan 339, 340
gerhana matahari 339, 341
germanium 195
getaran 282, 285
GGL 226, 227
glomerulus 3, 4
gonosom 108
gravitasi 330
green house effect 352

## H

hambatan 181, 189, 190, 211, 242, 282
hambatan jenis 194, 195
Hans Christian Oersted 278
haploid 110
heliosentris 310
helium 325, 326
hemofilia 122
hemoglobin 83
Herman Von Helmholtz 329
heterozigot 110, 117, 119
hibernasi 85
hidrofit 79
hidrogen 325
hidroponik 128, 137, 138, 139, 140
Hidrosfer 333
higrofit 78
hipofise 27, 28
hipofisis 53
hipotalamus 53
homozigot 122
hukum gravitasi 318
hukum Joule 248
hukum kekekalan energi 240
hukum Ohm 182, 194

## I

induksi 269, 271, 295
induksi elektromagnetik 297
inklinasi 273
inkus 60
intermediet 116
inti atom 155
isolator 156, 195
iritasi 279

## J

jembatan Varol 45
Johannes Kepler 313
joule 245
Jupiter 314, 316, 317, 318

## K

kala revolusi 318
kalium hidroksida 229
karus 318
katoda 230
kemoreseptor 54
kerapatan 325
kerapatan arus 194
kerja 224, 225
khatulistiwa 336
khemoreseptor 64, 65
kodominan 115
kokhlea 61
komet 317, 318, 319
komet Halley 318
kompas 273, 276, 331
komutator 299
konduktivitas 194, 195
konduktor 37, 38, 151, 192, 193, 194, 195, 241, 248, 249
konektor 41
koordinasi 38, 41, 45
kornea 55
koroid 56
korona 326, 327, 344
koronagraf 326
Korpus krause 68
Korpus meissner 68
Korpus pacini 68
Korpus ruffini 68
Kromosfer 326
kuat arus 165, 181, 189, 203
kuat arus listrik 166, 184, 202
kuat arus primer 304
kumparan 270, 279, 285, 286, 287, 288, 296, 301, 302, 303,
kutub magnet 287
kutub positif 228
kutub selatan 265
kutub selatan 296
kutub utara 270
kutub utara magnet 273

## L

lapisan ionosfer 333
lapisan litosfer 349
larutan elektrolit 229
lidah api 328
lingkungan 353
lingkungan air 354
lingkungan udara 354
listrik 279
litosfer 334
loudspeaker 281, 285

## M

magnet 264, 265, 269, 270, 271, 273
magnet elementer 269
magnet listrik 279, 283, 299
magnet tetap 283
magnetik 264
malleus 60
Mars 314
massa 311, 312, 314, 319, 324, 325, 326, 330

matahari 312, 317, 323, 341
medan 279
medan listrik 193
medan magnet 273,276, 295, 296, 301, 325
meiosis 23, 110
melebur 249
Mendel 112
meninges 45
menopause 26
menstruasi 25
meridian 334
Merkurius 314
mesin 174
mesosfer 333
meteor 319
meteorit 343
Michael Faraday 295
mikrofon 282, 283
mitosis 24
monohibrid 111
morfologi 76, 77, 81, 82, 83, 100
motor listrik 286
motorik 41, 42, 46, 47, 48
muatan 152, 193, 194, 203, 226, 242, 342
muatan listrik 154, 167, 195, 201, 226
muatan positif 165, 224
multimeter 189, 231

## N

Nefron 3
Neptunus 314, 316
neraca puntir Coulomb 157
netron 155
neurit 39, 40, 46
neuron 38, 39, 40, 41, 46
neurotransmiter 40
newton 158
Nicolaus Copernicus 310
nukleus 108

## O

Ohmmeter 189, 231
oogenesis 23, 24
orbit 314, 319
osikel 60, 62
osmosis 79, 83, 84
otolith 63
ototomi 84
ovarium 23, 27, 28
oviduk 22
ovipar 94
ovovivipar 95
ovulasi 25, 28, 30

## P

pallas 318
papila filiformis 65
papila fungiformis 65
papila sirkumvalata 65
paralel 174
paramagnetik 264
parasimpatik 49, 50
pasang perbani 341
pelapukan 350
pelapukan kimia 351
pelapukan mekanik 350
pelapukan organik 351
pelvis renalis 2, 3
pembangkit listrik 293
penghantar 167, 192
penumbra 328, 339
penyelidikan 278
perihelium 313
periode 325
piamater 45
planet 309, 312, 313, 314, 316
planet kembar 316
polarisasi 224
polutan 145, 354
potensial 225, 228, 231
potensial rendah 166, 241
potensial tinggi 166, 194
predator 87
progesteron 25
Prominensa 328
proteolitik 129
proton 155
Protuberans 327
pupil 58

## R

radiasi 343
Raflesia arnoldi 98
rangkaian listrik 170, 189
rangkaian paralel 200, 203, 210
rangkaian seri 200, 210
rapat arus 194
reaksi fusi 326, 329
relai 283
reproduksi 97
reseptor 37, 38, 41, 54, 62, 63, 64, 66
resesif 118, 121, 122
revolusi 311
revolusi bumi 335, 337
revolusi planet 315
Robert Darwin 89
rotasi 311, 325, 330
rotasi bulan 337
rotasi bumi 334, 335
rotasi planet 330
rotor 300
Rutherford 155

## S

sabuk asteroid 318
saraf 44, 49, 50
satelit 345
satelit buatan 342
Saturnus 314, 316
Schwann 40
sekering 249
sel 227
seleksi alam 75, 86, 87, 88, 100
semikonduktor 195
sensorik 47
sensorik 41, 46, 48
sifat kelistrikan 151, 152, 154, 155
sifat kemagnetan 271
silikon 195
simpatik 48, 49, 50
Sir Isaac Newton 311, 331
Sir William Gilbert 331
sitoplasma 39
sklera 55
solenoida 279, 284
sperma-togenesis 27
spermatogenesis 24
spermatogonium 23, 24
stator 300
statoreseptor 54
sterilisasi 138
sterkobilin 10
stratosfer 332
suhu 192

sumber energi 309, 323
sumber tegangan 170, 202, 223, 225, 226, 227, 241
sunspot 325

## T

tangoreseptor 54
tarik-menarik 265
tata surya 309, 310, 324
tegangan 174, 293, 301
tegangan listrik 225, 229
tegangan primer 304
telemeter 345
temperatur 353
tenaga eksogen 350
tenaga endogen 350
terdisosiasi 228
termosfer 333
teropong 327
testosteron 20, 27
Thales 154
Thompson 155
Titan 317
tolak-menolak 224, 265
trafo 295, 300
trafo step-down 304
trafo step-up 304
tranformator 301
transformator 295, 300, 302, 303
Transformator step-down 304
Transformator step-up 304
transfusi 31
Trojan 318
tropopause 332
troposfer 332

## U

umbra 328, 339
Uranus 314, 316
urobilin 10
usaha 225
utrikulus 63

## V

Vas deferens 21
vegetatif 93, 95, 96, 97, 100
Venus 314, 315
Vesta 318
vivipar 95
voltmeter 170, 190, 231, 281
voltmeter. 174

## W

William Baylis 52
wujud 325

## X

xerofit 77, 78

# Kunci

## Bab 1. Sistem Ekskresi pada Manusia

### A. Pilihan Ganda

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | c | 5. | c | 9. | b | 13. | d |
| 3. | c | 7. | d | 11. | a | 15. | b |

### B. Uraian

1. 1. Sumsum ginjal
   2. Kulit ginjal
   3. Arteri
   4. Rongga ginjal
   5. Vena
   6. Ureter
3. a. Filtrasi (penyaringan)
   b. Reabsorbsi (penyerapan kembali)
   c. Augmentasi (pengumpulan)
5. Batu ginjal, diabetes insipidus, nefritis.

## Bab 2. Sistem Reproduksi pada Manusia.

### A. Pilihan Ganda

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. b | 7. d | 13. c |
| 3. c | 9. c | 15. c |
| 5. d | 11. a | |

### B. Uraian

1. Testis, epididimis, vas deferens, uretra, penis.
3. Proses bertemunya sel telur dan sel sperma.
   Terjadi di oviduk.
5. Penyakit menurunnya kekebalan seseorang.
   Cara pencegahan:
   a. Menggunakan jarum suntik yang steril dan jarum yang sekali pakai lalu dibuang.
   b. Memeriksa darah sebelum transfusi darah, sehingga darah dapat dipastikan terinfeksi virus HIV.
   c. Hanya melakukan kontak seksual dengan pasangan yang sah.

## Bab 3. Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia

### A. Pilihan Ganda

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. c | 7. b | 13. | b | 19. | a | 25. | d |
| 3. c | 9. c | 15. | b | 21. | b | | |
| 5. d | 11.b | 17. | d | 23. | b | | |

### B. Uraian

1. Kreativitas siswa.
3. 

| Saraf Simpatik | Saraf Parasimpatik |
|---|---|
| a. Menyempitkan pupil mata. | Melebarkan pupil mata. |
| b. Merangsang kelenjar ludah. | Menghambat sekresi kelenjar ludah. |
| c. Memperlambat denyut jantung. | Mempercepat denyut jantung. |
| d. Merangsang aktivitas lambung, dan usus. | Menghambat aktivitas lambung dan usus. |
| e. Merangsang kantung empedu. | Menghambat kantung empedu. |

5. Kreativitas siswa.

## Bab 4. Kelangsungan Hidup Organisme

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. b  13. d
3. b  9. b  15. a
5. c  11.d

### B. Uraian

1. Adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan.
3. a. Daunnya tebal, sempit, kadang-kadang berubah bentuk menjadi bentuk duri, sisik, atau bahkan tidak mempunyai daun.
   b. Seluruh permukaan tubuhnya termasuk bagian daun tertutup oleh lapisan kutikula/ lapisan lilin.
   c. Batangnya tebal mempunyai jaringan spons untuk menyimpan air.
   d. Akar panjang sehingga mempunyai jangkauan yang luas.
5. Badak, jalak bali, komodo, elang jawa, *Raflesia arnoldi.*

## Bab 5. Pewarisan Sifat

### A. Pilihan Ganda

1. d  7. c
3. b  9. d
5. c

### B. Uraian

1. a. Memiliki pasangan sifat yang kontras.
   b. Dapat melakukan penyerbukan sendiri.
   c. Mudah dilakukan penyerbukan silang.
   d. Mempunyai daur hidup yang relatif pendek.
3. a. Genotipe : MmBb
      Fenotipe : Manis besar
   b. Genotipe :
      MMBB :MMBb:MmBB:MmBb:MMbb:Mmbb:mmBB:mmBb:mmbb
      1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1
      Fenotipe: manis besar : manis kecil: masam besar: masam kecil
      9 : 3 : 3 : 1
   c. Pria normal, wanita buta warna.
5. a. Menghasilkan keturunan dengan sifat-sifat yang baik.
   b. Menghasilkan bibit unggul baik pada tumbuhan maupun hewan.

## Bab 6. Bioteknologi

### A. Pilihan Ganda

1. c  7. b  13. b  19. c
3. d  9. a  15. d
5. c  11.a  17. b

### B. Uraian

1. Bioteknologi: penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu.
3. Karena selama masa pemeraman dibuka / terkena tangan.
5. a. Menampung dan menyaring limbah / air limbah tempat ke dalam sebuah bak, kemudian bak ditutup agar tidak menimbulkan bau.
   b. Mengalirkan air limbah yang sudah disaring ke bak pengumpul.
   c. Mengalirkan air limbah yang sudah dari bak penampung, ke bak kedap udara dan selanjutnya diendapkan selama 20 hari.

## Bab 7. Listrik Statis

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. b
3. a  9. d
5. d

### B. Uraian

1. Sifat kelistrikan suatu benda yang diam (tidak ada aliran muatan listrik).
3. Arus listrik terjadi jika ada beda potensial antara ujung-ujung penghantar.
5. Karena gaya tariknya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda.

## Bab 8. Listrik Dinamis

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. b
3. a  9. d
5. d

### B. Uraian

1. 1A
3. 90 C
5. 100 C

## Bab 9. Hukum Ohm dan Hukum I Kirchoff

### A. Pilihan Ganda

1. a  7. d  13. a  19. b
3. b  9. c  15. d
5. c  11.c  17. a

### B. Uraian

1. a. Bahan yang mudah menghantarkan arus listrik.
   Contoh: besi, alumunium, baja.
   b. Bahan yang mampu menghantarkan arus listrik di bawah konduktor.
   Contoh: germanium, silikon.
   c. Bahan yang tidak mampu menghantarkan listrik.
   Contoh: plastik, kayu, karet.
3. 2 m
5. 4 A, 5 A, 3 A
7. 3 A, 9 A, 7 A
9. a. 5  c. 10 A
   b. 20 A  d. 10 A

## Bab 10. Sumber Arus Listrik

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. d
3. c  9. c
5. b

### B. Uraian

1. Energi yang dikeluarkan oleh sumber tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan muatan listrik di dalam suatu rangkaian.
3. Pada saat aki digunakan terjadi proses kimia. Pada lapisan katoda dan lapisan anoda berubah menjadi timbal oksida (PbO), sehingga potensial kutub sama dan arus tidak dapat mengalir.
5. Tegangan pada saat arus mengalir.

## Bab 11. Energi dan Daya Listrik

### A. Pilihan Ganda

1. d  7. c  13. d
3. c  9. a  15. a
5. d  11.b

### B. Uraian

1. a. 1600 Ω
   b. 800 Ω
3. a. 1000J
   b. 500J
5. a. 3,24 kWh
   b. 97,2 kWh
   c. Rp9720,00

## Latihan Semester Gasal

### A. Pilihan Ganda

1. b  7.d  13. b  19.c
3. b  9.d  15. c
5. a  11.c  17. d

### B. Uraian

1. a. Pengendalian kerja alat-alat tubuh agar bekerja serasi.
   b. Alat komunikasi antara tubuh dengan lingkungan di luar tubuh.
   c. Pusat kesadaran, kemauan, dan pikiran.
3. Penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu.
5. 0,1 ohm.

## Bab 12. Kemagnetan

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. d
3. d  9. c
5. d

### B. Uraian

1. Dapat menarik besi, menimbulkan gaya satu sama lain (tarik-menarik, dan tolak-menolak).
3. a. Gaya pada penghantar berarus listrik dalam suatu medan magnet.
   b. Arah medan magnet yang berupa garis-garis yang menghubungkan kutub-kutub magnet.
5. a. Benda yang dapat ditarik magnet dengan kuat.
   b. Benda yang ditarik lemah oleh magnet.
   c. Benda yang ditolak oleh magnet.

## Bab 13. Induksi Elektromagnet

### A. Pilihan Ganda

1. b  7. a
3. d  9. b
5. c

### B. Uraian

1. 55 V
3. 0,33 A
5. 0,32 A

**Bab 14. Tata Surya**

**A. Pilihan Ganda**

1. b 3. a 5. c 7. a 9. b

B. Uraian

1. Sistem yang terdiri atas matahari sebagai pusat yang dikelilingi oleh planet-planet dan benda-benda lain seperti komet, asteroid dan meteorit.
3. Benda-benda langit kecil yang mengelilingi matahari.
5. Meteorit logam dan meteorit batu-batuan.

**Bab 15. Matahari dan Bumi**

**A. Pilhan Ganda**

1. d 3. a 5. b 7. a 9. d

**B. Uraian**

1. Inti matahari, fotosfer, kromosfer, korona.
3. Pada gerhana bulan, bumi terletak antara bulan dan matahari, sehingga bulan tidak mendapat cahaya matahari karena terhalang oleh bumi.
   Pada gerhana matahari, bulan terletak pada di antara bumi dan matahari, sehingga bumi tidak mendapat cahaya matahar karena terhalang oleh bulan.
5. Pasang purnama merupakan pasang terbesar, gaya gravitasi bulan dan matahari bekerja pada arah yang sama.
   Pasang perbani merupakan pasang terkecil, gaya gravitasi matahari dan bulan membentuk sudut 90 derajat.

**Bab 16. Lapisan Litosfer**

**A. PIlihan Ganda**

1. b 3. b 5. c 7. a 9. a

**B. Uraian**

1. Mantel terluar, mantel dalam, inti luar, inti dalam.
3. Naiknya temperatur di permukaan bumi karena gas $CO_2$, CFC, menahan pancaran gelombang panas sehingga panas memantul kembali ke bumi.
5. a. Menimbulkan bau yang tidak sedap sehingga dapat mengganggu pernapasan.
   b. Banyak ikan-ikan atau organisme dalam ar yang mati.
   c. Berkurangnya cadangan protein.
   Cara menanggulangi:
   a. Mengurangi penggunaan pestisida.
   b. Tidak membuang sampah di sungai.
   c. Tidak menggunakan bom peledak untuk mencari ikan.

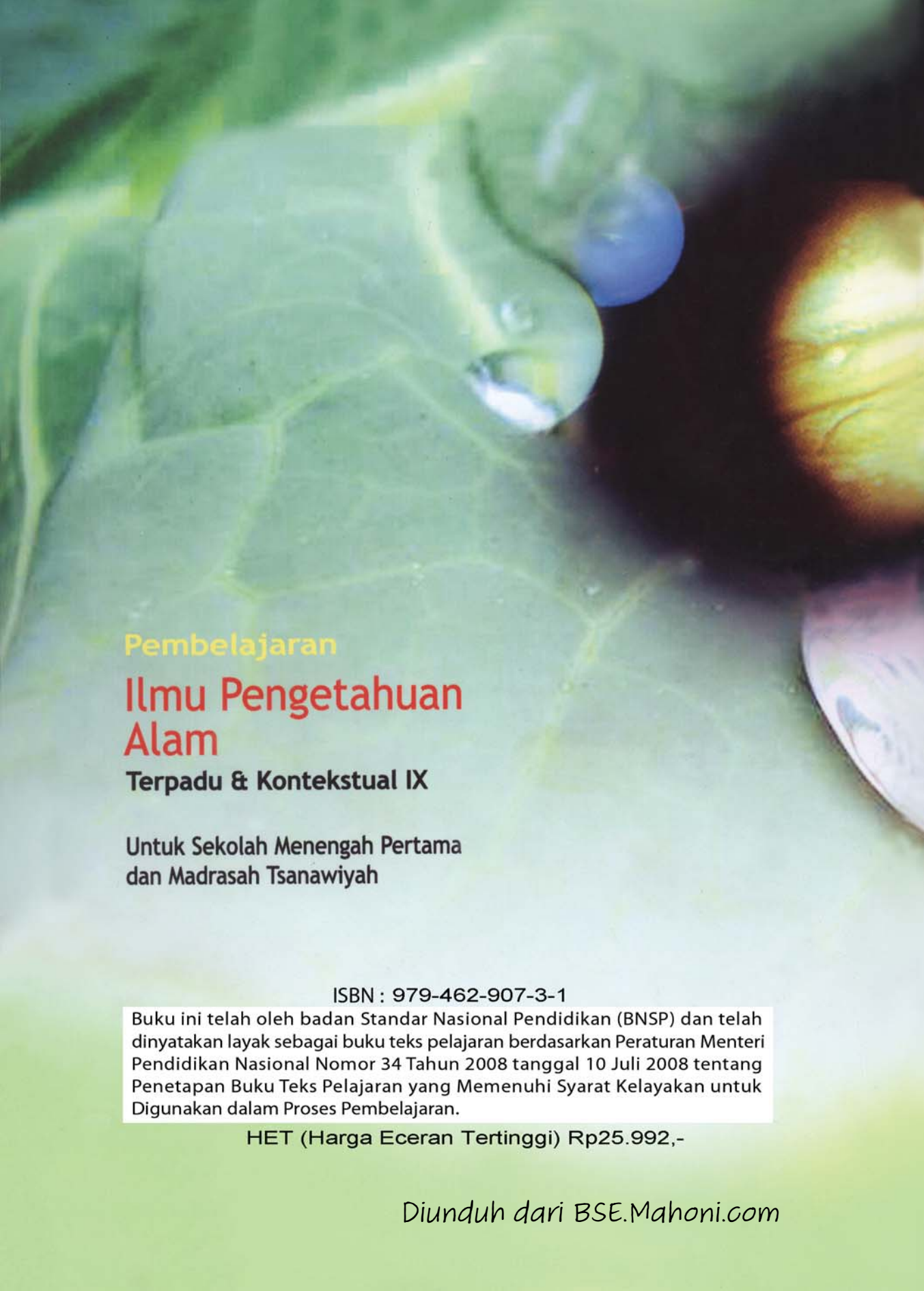
**Latihan Semester Genap**

**A. Pilihan Ganda**

1. d 7.c 13. d 19.b
3. c 9.c 19. a
5. a 11.d 17. c

**B. Uraian**

1. Karena kala revolusi bulan sama dengan kala rotasi bulan.
3. Kapal yang berlayar di laut maka badan akan hilang lebih dulu, baru layarnya. Tetapi ketika kembali layar lebih dulu kelihatan, kemudian baru badan kapal.
5. Terjadi pencemaran air yang akan menggangu habitat ikan dan bahkan akan mengakibatkan kematian hewan dan tumbuhan air di dalamnya.



Pembelajaran

# Ilmu Pengetahuan Alam

## Terpadu & Kontekstual IX

Untuk Sekolah Menengah Pertama
dan Madrasah Tsanawiyah

ISBN : 979-462-907-3-1

Buku ini telah oleh badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008 tanggal 10 Juli 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp25.992,-

Diunduh dari BSE.Mahoni.com